日本水産学会誌 第二十一巻 第二号 昭和三十年六月二十五日発行 通巻（第二十一巻第一号）

日本水産学会誌

第二十一巻 第二號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 21, No. 2, 1955

55
67

目次

Plankton diatoms collected off Boso district in August, 1951 ……Hideaki TAKANO …… 55

イワシとその食餌プランクトンとの関係—I. マイワシの摂餌量について ……米田勇一・吉田陽一 …… 62

魚類の棲息密度指数についての考察 ……真子 渺 …… 67

トビゴイに関する研究—I. トビの現われる時期について ……中村中六・笠原正五郎 …… 73

養魚上より見たるコイとフナの二・三の比較 ……中村中六 …… 77

瀬戸内海におけるイワシの漁況について—II. 漁獲高の自然環境に対する相関及び漁況の予報 ……土井長之 …… 82

投石によるテングサの増殖効果に関して ……加藤 孝 …… 88

Notes on attached animals on the silver-lip pearl oyster *Pinctada maxima* (JAMESON) collected from "East" fishing ground of the Arafura Sea ……Yoshio TAKEMURA and Takashi OKUTANI …… 92

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—I. 沿岸海域殊にパルプ工場廢水流入海域における硫酸塩還元細菌の分布について ……木俣正夫・門田 元・畑 幸彦・田島卓明 ……102

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—II. 海洋性硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす各種環境要因の影響について（その 1） ……木俣正夫・門田 元・畑 幸彦・田島卓明 ……109

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—III. 海洋性硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす各種環境要因の影響について（その 2） ……木俣正夫・門田 元・畑 幸彦・田島卓明 ……113

魚類の栄養に関する研究—V. 排泄物中の Ammonia-N 並びに Urea-N に就いて ……古川 厚・小笠原義光 ……119

水産動物の死後経過時間と Phthalein 値の変動について—I. ……三宅正人・林孝市郎 …… 123

水産動物肉に関する研究—XXIII. 血合肉のエキス窒素について ……遠藤金次・清水 亘 …… 127

水産廢棄物の利用に関する研究—I. 穀類，同副生物，おがくず添加による腐敗防止について（その 1） ……清水 亘・日引重幸・中越昭子 ……130

水産廢棄物の利用に関する研究—II. 穀類，同副生物，おがくず添加による腐敗防止について（その 2） ……清水 亘・日引重幸・中越昭子 ……134

昭和三十年

日本水産学会

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

CONTENTS

Plankton diatoms collected off Boso district in August, 1951
..............................Hideaki TAKANO...... 55

The relation between the sardine and the food plankton—I.
On the food intake by *Sardinops melanosticta*
.............................Yuichi YONEDA and Yoichi YOSHIDA...... 62

A consideration on the density index of fish population .....Hiroshi MAKO...... 67

A study on the phenomenon of the "tobi-koi" or shoot carp—I.
On the earliest stage at which the shoot carp appears
.......................Nakaroku NAKAMURA and Syogoro KASAHARA...... 73

Comparison of the carp and the crucian carp from pisci-
cultural point of view.................................Nakaroku NAKAMURA...... 77

On the fisheries of "iwasi" (sardine, anchovy and round herring) in the
Inland Sea—II. Relationships of yield to environments and
prediction of fluctuations of fisheries.........................Takeyuki DOI...... 82

On the effect of stone and concrete collecters on the propagation of the
agar-agar seaweed, *Gelidium*..................................Takashi KATO...... 88

Notes on attached animals on the silver-lip pearl oyster
Pinctada maxima (JAMESON) collected from "East" fishing ground
of the Arafura Sea...........Yoshio TAKEMURA and Takashi OKUTANI...... 92

Studies on the marine sulfate-reducing bacteria—I. Distribution of
marine sulfate-reducing bacteria in the coastal waters receiving a
considerable amount of pulp mill drainage..............Masao KIMATA,
Hajime KADOTA, Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA......102

Studies on the marine sulfate-reducing bacteria—II. Influences of
various environmental factors upon the sulfate-reductng activity of
marine sulfate-reducing bacteria (1).......................Masao KIMATA,
Hajime KADOTA, Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA......109

Studies on the marine sulfate-reducing bacteria—III. Influences of
various environmental factors upon the sulfate-reducing activity of
marine sulfate-reducing bacteria (2).......................Masao KIMATA,
Hajime KADOTA, Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA......113

Studies on nutrition of fish—V. The excretion of NH_3-N and Urea-N
by carp and gold-fish
........................Atsushi FURUKAWA and Yoshimitsu OGASAWARA......119

Relation between time *post morten* and the Phthalein values of aquatic
animals..............................Masato MIYAKE and Koichiro HAYASHI......123

Studies on muscle of aquatic animals—XXIII. Distribution of extractive
nitrogens in bloody muscle...............Kinji ENDO and Wataru SIMIDU......127

Studies on utilization of fish-wastes—I. On preservation with cereals,
their offals and saw-dust (1)
...........Wataru SIMIDU, Sigeyuki HIBIKI and Akiko NAKAGOSHI......130

Studies on utilization of fish-wastes —II. On preservation with cereals,
their offals and saw-dust (2)
...........Wataru SIMIDU, Sigeyuki HIBIKI and Akiko NAKAGOSHI......134

Plankton Diatoms Collected off Bôsô District in August, 1951

Hideaki TAKANO
(Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory)

INTRODUCTION

According to the former expeditions by MARUMO (1950), and SHIMOMURA and KOIZUMI (1950), a considerable quantity of pelagic diatoms was found in coastal waters of Bôsô Peninsula in summer. In connection with the survey work of the research vessel "Sôyô-Maru," Fisheries Agency, covering the waters from near Kinkwazan Island to Hachijô Island during August 25-31, 1951, the writer obtained a series of microplankton samples from fifteen stations.

The main objective of the present work is to add to the evidence on the distribution of diatoms collected by the towing net of ordinary type with particular reference to: (1) quantitative and qualitative distribution at different stations; (2) comparison of distribution of prominent species at different stations with some considerations to the water temperature.

METHODS

The collecting was made by a plankton net (diameter at the mouth 22.5 cm.; 1 m. long; made of bolting cloth, 129 meshes a linear inch), hauled vertically at each station from the depth of 50 m. to the surface.

The material, preserved in formalin, was put in glass tubes and the sedimentary volume was read after 24 hours in cc. Then, following the KOKUBO's method (1933), the volume of microplankton which can pass through the silk of rough meshes (56 meshes a linear inch) was measured in the same manner. Species were identified by the microscope.

WATER TEMPERATURE

The surface water temperature exceeded 28°C. at 11 stations off Bôsô Peninsula (Fig. 1), two of them (Sts. 6 and 8) reaching above 29°C. It decreased abruptly toward Cape Nojimazaki (St. 9) and gradually toward Kinkwazan Island. The water temperature of 25 m. depth layer showed a similar tendency, exceeding 27° C. at 8 stations (Fig. 2), one of them being over 28° C. (St. 6). The lowest temperature in the surface was 22.9° C., and 15.4° C. in the 25 m. depths, both measured at. St. 9.

DISCUSSION

As diatoms occupied an important part of the quantity of samples, the distribu-

Received May 4, 1955.
Contribution B No. 207, from the Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory.

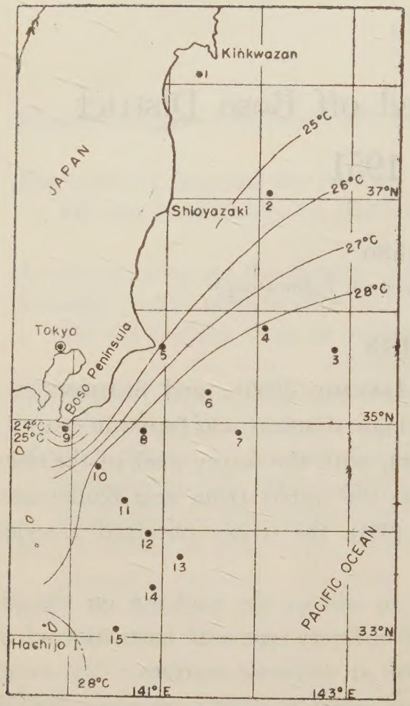


Fig. 1. Location and the distribution of surface water temperature.*

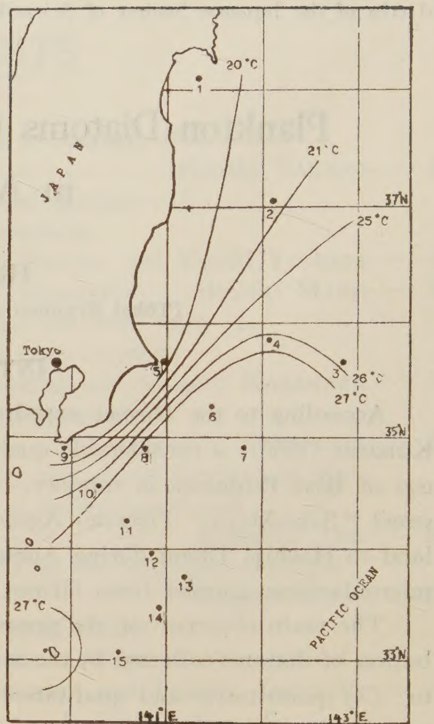


Fig. 2. Distribution of water temperature of 25 m. depth layer.*

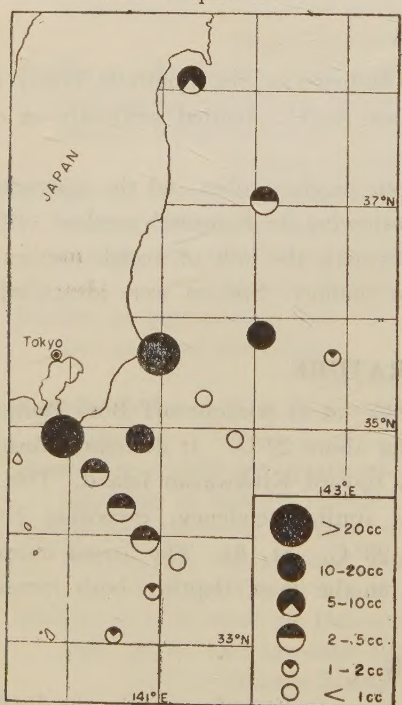


Fig. 3. Distribution of total plankton volume.

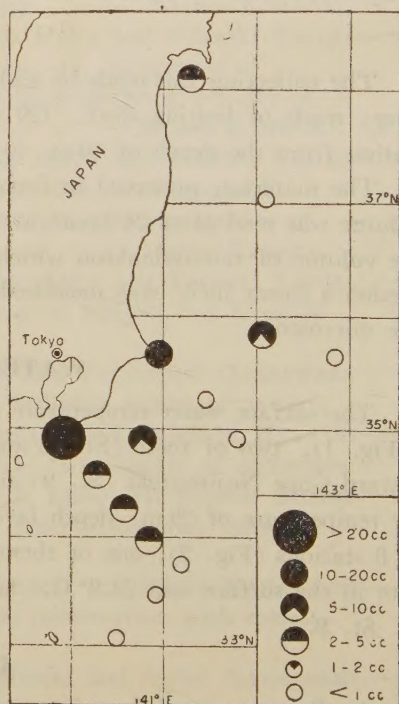


Fig. 4. Distribution of microplankton volume.

* Data were provided by the Oceanographical Section of the Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory.

tion of their abundance well corresponded to that of total plankton volume (Fig. 3), and of the microplankton volume (Fig. 4) which was mainly composed of common diatom plankters with the exception of some large-sized ones.

The productive area was confined to the coast of Bôsô Peninsula, while the northern two stations had less productivity, and most stations in highest temperature area were not rich in microplankton. Moreover, coastal stations were characterized by different prominency of diatoms (Table 1).

Table 1. Species prominently appeared.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stephanopyxis palmeriana (GREV.) GRUN.	c	×		×	×			×	c	×	×				×
Skeletonema costatum (GREV.) CLEVE	×		×	×	cc			×	×	×	×	×			
Coscinodiscus radiatus EHR.	c	c	×	×	×	×	×	×	×		×			×	×
C. wailesii GRAN et ANGST	×	c		×	×			×	×						
Lauderia borealis GRAN	×		×	×	×			×	c	×	×	×	×		
Rhizosolenia styliformis v. *latissima* BR.	c	cc	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×
Chaetoceros decipiens CLEVE	c	×	×	c	c			c	×	c	c	×	×		
Ch. lorenzianus GRUNOW	×	×	×	cc	c	×	×	cc	c	cc	cc	cc	×	×	×
Ch. compressus LAUDER	×		×	c	c	×	×	c	×	c	c	c	×		×
Ch. didymus v. *anglica* (GRUN.) GRAN	cc	×	×	c	c	×		c	×	c	c	c			
Ch. affinis LAUDER	cc	×	×	c	cc	×	×	c	×	cc	c	c		×	×
Ch. paradoxus CLEVE	×	×		×	c			×	×	×	×	×			
Ch. distans CLEVE	×			×	cc			c	×	c	c	c			
Ch. curvisetus CLEVE	×			c	×				×	×	×	×			
Ch. pseudocurvisetus MANGIN	×		×	cc	c	×	×	c	cc	c	c	c	×		×
Thalassionema nitzschioides GRUN.	c	×		c	×		×	×	×	c	c	×			
Nitzschia seriata CLEVE	×	×		×	×			×	c	×	×	×			×

cc : very abundant, C : abundant, × : present

The main constituents observed at each station were as follows:

1) Coastal stations

St. 1 ……Although this station was comparatively near the coast, diatoms did not show such abundance as other neritic stations had. *Chaetoceros didymus* var. *anglica* and *Ch. affinis* were dominating in number, and the followings were also notable: *Stephanopyxis palmeriana*, *Coscinodiscus radiatus*, *Rhizosolenia styliformis* var. *latissima*, *Thalassionema nitzschioides*.

St. 5 ……A large quantity of diatoms was present. *Skeletonema costatum*, *Ch. affinis* and *Ch. distans* were dominating, and some other hyalochaetes were main constituents.

St. 9 ……The largest volume of total plankton (50.5 cc.) and of microplankton (22.3 cc.) was met with at this station, caused by the remarkable prominence of *Ch. pseudocurvisetus*. The followings were subordinate: *Stephanopyxis palmeriana*, *Lauderia borealis*, *Ch. lorenzianus*, *Nitzschia seriata*.

2) Stations in subneritic water

St. 2 ……The volume was less than other subneritic stations because of the poverty of hyalochaetes. The large-sized diatoms, i.e., *Rhizosolenia styliformis* var. *latissima*, *Coscinodiscus wailesii*, *C. radiatus*, and *Hemidiscus hard-*

manianus, were notable.

Sts. 4, 8, 10, 11 and 12……At these stations, diatoms were middling in quantity and characterized by richness of some hyalochaetes. *Ch. lorenzianus* appeared markedly in number, and *Ch. decipiens*, *Ch. compressus*, *Ch. didymus* var. *anglica*, *Ch. affinis*, *Ch. distans*, *Ch. curvisetus*, *Ch. pseudocurvisetus*, and *Thalassionema nitzschioides* were dominating.

3) Stations in warm current

Sts. 3, 6, 7, 13, 14 and 15……Diatoms were extremely poor in quantity and also

Table 2. Species commonly appeared.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Dactyliosolen antarcticus Castr.	×	×		×	×					×	×	×			
D. mediterraneus H. Pér.	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	×	×	×
Leptocylindrus danicus Cleve				×	×			×		×	×	×			
Guinardia flaccida (Castr.) H. Pér.	×	×		×	×		×	×	×	×	×				×
Rhizosolenia cylindrus Cleve	×			×		×		×		×	×	×			
Rh. bergonii H. Pér.		×	×	×	×	×		×	×	×	×	×			
Rh. delicatula Cleve	×		×	×				×	×	×	×	×			
Rh. stolterfothii H. Pér.	×	×	×	×	×			×	×		×	×			
Rh. robusta Norman	×	×			×	×			×	×	×				×
Rh. setigera Brightw.		×		×	×			×	×	×		×			
Rh. hebetata f. *semispina* (Hensen) Gran	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Rh. calcar avis M. Schultze	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Rh. alata Brightw.	×	×	×	×	×	×			×	×	×	×		×	×
alata f. *indica* (H. Pér.) Ostenfeld	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×				
Rh. acuminata (H. Pér.) Gran	×	×	×	×		×			×	×					
Rh. cochlea Brun	×				×			×	×		×	×			
Rh. imbricata v. *shrubsolei* (Cl.) Schr.	×	×	×	×	×				×	×	×	×			
Rh. castracanei H. Pér.		×	×			×	×	×	×	×	×	×		×	×
Bacteriastrum hyalinum Lauder	×		×	×	×			×	×	×	×	×			
B. varians Lauder	×			×	×	×		×	×	×	×	×			
B. comosum Pavillard	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×	×		×	
Chaetoceros coarctatus Lauder	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×
Ch. atlanticus v. *neapolitana* (Sch.) Hust.			×	×				×	×	×	×	×	×		
Ch. dadayi Pavillard			×					×		×	×	×	×		×
Ch. seychellarum Karsten	×	×	×	×	×		×	×	×	×				×	×
Ch. peruvianus Brightw.	×		×	×	×	×			×	×	×	×			
Ch. pendulus Karsten	×		×		×			×	×	×	×	×			
Ch. laevis Leud.-Fortm.	×	×		×	×					×		×			
Ch. messanensis Castr.	×	×	×	×	×			×	×	×	×	×			
Ch. radicans Schütt	×	×	×	×				×		×	×	×			
Eucampia zoodiacus Ehr.	×			×	×				×	×		×			
E. cornuta (Cleve) Grun.				×				×	×		×	×			×
Climacodium frauenfeldianum Grun.	×	×	×	×	×		×	×		×	×	×			×
C. biconcavum Cleve	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×
Ditylum brightwellii (West) Grun.	×		×	×	×			×	×	×	×	×			
D. sol (Grun.) De Toni			×	×		×	×	×		×	×	×			
Hemiaulus hauckii Grunow			×	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×
H. sinensis Greville				×	×			×	×	×	×	×			
Hemidiscus hardmanianus (Grev.) Mann	×	×	×	×	×			×	×						
Thalassiothrix longissima Cleve et Grun.	×		×	×				×	×	×	×	×			
Th. frauenfeldii Grunow	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			×
Asterionella japonica Cleve	×			×	×			×	×	×	×	×			

less in number of species than subneritic stations. Only at St. 3, might be in mingling water, considerable number of species appeared (Tables 1, 2 and 3).

The material collected in the short period of the warmest season contained many diatom plankters, showing 103 species of 29 genera. The distribution of species was

Table 3. Species rarely observed.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stephanopyxis turris (G. et A.) RALFS									×	×		×			×
Thalassiosira subtilis (OST.) GRAN				×				×	×						
Th. sp.					×				×						
Ethmodiscus gazeliae (JANISCH) HUST.				×				×							
Coscinodiscus lineatus EHR.			×	×						×					
C. stellaris ROPER						×									
C. granii GOUGH	×	×													
C. concinnus W. SM.		×	×	×				×		×					
Planktoniella sol (WALLICH) SCHÜTT											×				
Gossleriella tropica SCHÜTT			×	×						×					
Asteromphalus heptactis (BRÉB.) RALFS		×													
Corethron pelagicum BRUN				×					×			×			
Schröderella delicatula (H. PÉR.) PAVIL.			×	×				×	×						
Rhizosolenia fragilissima BERGON								×		×					
Bacteriastrum delicatulum CLEVE				×	×			×							
B. elongatum CLEVE								×				×			
B. minus KARSTEN												×			
Chaetoceros eibenii GRUNOW											×				
Ch. tetrastichon CLEVE			×							×	×		×	×	
Ch. danicus CLEVE	×							×	×						
Ch. densus CLEVE					×				×						
Ch. denticulatus LAUDER				×					×	×	×				
Ch. indicus KARSTEN			×	×				×			×				
Ch. rostratus LAUDER			×						×	×					
Ch. castracanei KARSTEN						×									
Ch. pseudoaurivillii IKARI			×	×									×		
Ch. lauderi RALFS			×												
Ch. weissflogii SCHUTT				×				×	×			×			
Ch. frichei HUSTEDT	×									×					
Ch. vanheurckii GRAN	×				×			×		×					
Ch. costatus PAVILLARD				×				×		×		×			
Ch. subsecundus (GRUN.) HUST.			×		×										
Ch. diversus CLEVE	×		×	×	×						×				
Ch. debilis CLEVE				×	×				×			×			
Ch. tortissimus GRAN					×				×		×				
Streptotheca thamensis SHRUBSOLE				×	×				×	×					
S. indica KARSTEN										×					×
Biddulphia mobiliensis BAILEY	×														
B. longicruris GREVILLE				×					×						
B. sinensis GREVILLE	×		×	×					×			×			
Cerataulina bergonii H. PÉR.				×					×	×		×			
Hemidiscus cuneiformis WALLICH										×					
Thalassiothrix mediterranea PAVILLARD										×			×		
Asterionella notata GRUN.					×										
Nitzschia delicatissima CLEVE			×	×	×	×						×			
Total number of species	55	36	51	72	59	26	19	62	66	68	57	60	15	13	25

intricate, and many species were widely spread through the different temperature of water.

Among 36 species of *Chaetoceros*, several hyalochaetes occupied a great important part of the quantity at the neritic waters of Bôsô Peninsula while northern stations had no flowering of them. 15 of *Rhizosolenia* and 6 of *Bacteriastrum* appeared, many of them were widely distributed.

AIKAWA (1935) recorded that *Rh. styliformis* appeared prominently at 100 miles east off Cape Shioyazaki in Sept., 1922. He also described that some species of *Coscinodiscus* appeared through a whole year at the area. In the present study, *Rh. styliformis* var. *latissima* was considerably abundant at St. 2, and three species of *Coscinodiscus* appeared there.

In the present study, two haulings were made near Cape Nojimazaki (St. 9) on Aug. 28 and 30. The second sample, obtained 37 hours later the first haul, decreased the volume about one third of the first one without changing the main constituents. The summer flowering of diatoms in very short duration has sometimes been reported. LILLICK (1937) referred to the summer flowering in Woods Hole waters bursted forth during only a period of three or four days in August, 1936.

NOTES ON SPECIES

KOKUBO (1952) clarified the seasonal appearence of many important diatoms at Mutsu Bay, the northern end of Honshû. Some discrepancies, caused by the difference of sea conditions, were noticeable on their appearence in the present waters. Basing on the standpoint, short notes were made on the following species:

Coscinodiscus radiatus EHR.……Widely distributed but rather conspicuous at northern stations.

Coscinodiscus wailesii GRAN et ANGST……Found in neritic stations avoiding highest temperature area.

Coscinodiscus granii GOUGH……Found only in northern two stations.

Rhizosolenia styliformis var. *latissima* BRIGHTW.……Widely distributed but rather notable at northern stations.

Hemidiscus hardmanianus (GREV.) MANN……Not rare in the present area preferring lower temperature of water, while the species was regarded as an indicator of the warm current at Mutsu Bay.

During the observation of the pesent writer made near Hachijô Island (TAKANO, 1954), the large-sized diatoms, i.e., *Rhizosolenia styliformis* var. *latissima*, *Coscinodiscus wailesii*, and *Hemidiscus hardmanianus*, were commonly present in the coldest water of the early spring, 1952. The association of above species was also noticeable at St. 2 of the present study. These species may have their optimum for multiplication in coldest water of the present area, and commonly appear in the subneritic waters adjacent to the Izu Islands in the season, but they retreat to coastal and northern waters following to the warming of the sea.

Chaetoceros pseudocurvisetus MANGIN……Rare in Mutsu Bay but common at the present coasts in warm season. Prominently occurred at St. 9.

Ch. diversus CLEVE and *Ch. laevis* LEUD.-FORTM. ……At Mutsu Bay, the former is a most decisive indicator of the warm current and the latter has not so far been found. In the present study, both tropical species were distributed over to Sendai Bay (St. 1).

Ch. castracanei KARST., *Ch. pseudoaurivillii* IKARI and *Ch. frichei* HUST. ……After IKARI (1926), there is no datum on these species from Japanese coast. The first was found at St. 6, the second at Sts. 3, 4 and 13, and the last at Sts. 1 and 10, all in rare number.

Thalassiothrix mediterranea PAVILLARD ……Rarely found at Sts. 10 and 13. ANRAKU (1954) newly noted the abundant occurrence of the present species (var. *pacifica* CUPP) in the northwestern Pacific.

ACKNOWLEDGEMENTS

The writer is indebted to Mr. Nobuo WATANABE (Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory) for the permission of sampling to the writer, who was a student of Hokkaidô University at the time, and to Dr. Tokiharu ABE (Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory) for his constant advice and encouragement. Thanks are also due to the captain, Mr. Kiich IMAMURA, and the crew of the "Sôyô-maru" for much help on board.

REFERENCES

AIKAWA, H., 1935 : On the quantitave analysis of the plankton association in the adjacent seas of Japan. III. Jour. Imp. Fish. Exp. Sta., no. 6, pp. 131-171. In Japanese.

ANRAKU, M., 1954 : Copepods collected on the whaling grounds off northern Japan and around Bonin Islands. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., vol. 5, no. 1, pp. 1-8.

IKARI, J., 1926 : On some Chaetoceros of Japan. I. Bot. Mag. Tokyo, vol. 40, no. 478, pp. 517-534, 15 figs.

KOKUBO, S., 1933 : Dobutsusei-plankton to shokubutsusei-plankton no ryotekikankei no kenkyu ni tsuite. Zool. Mag., Zool. Soc. Jap., vol. 44, no. 525, pp. 279-289. In Japanese.

——— 1952 : Results of the observation on the plankton and oceanography of Mutsu Bay during 1950, reference being made also to the period 1946-1950. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, vol. 5, nos. 1-4, pp. 1-54.

LILLICK, L. C., 1937 : Seasonal studies of the phytoplankton off Woods Hole, Massachusetts. Biol. Bull., vol. 73, pp. 488-503.

MARUMO, R., 1950: Plankton in the sea area adjacent to Zunan Islands and Soto-Boshu in summer, 1947. Oceanogr. Rep. Centr. Meteorol. Obs., vol. 1, no. 4, pp. 171-178. In Japanese.

SHIMOMURA, T., and KOIZUMI, M., 1950 : Report on the oceanographical observations from Tori-Sima to the sea off Sanriku district. (On board the R. M. S. "Ryohu-Maru," Aug. 10-Sept. 2, 1947). *Ibid.*, vol. 1, no. 2, pp. 55-74. In Japanese.

TAKANO, H., 1954 : Preliminary report on the marine diatoms from Hachijô Island, Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., vol. 19, no. 12, pp. 1189-1196.

イワシとその食餌プランクトンとの関係—I.
マイワシの摂餌量について

米田勇一・吉田陽一
(京都大学農学部水産学教室)

The Relation between the Sardine and the Food Plankton—I.
On the Food Intake by *Sardinops melanosticta*

Yuichi YONEDA and Yoichi YOSHIDA

We have studied both quantitatively and qualitatively the digestive-tract contents and the seasonal changes of plankton production in relation to the food intake. The materials and data were collcted from several fishing grounds on the coast of Kyoto Prefecture. The results obtained are :

1) The amount of the stomach and intestine contents was found small in the early morning and great in the evening. The plankton taken as food during the daytime might be digested until the next morning. It has been suggested that the feeding intensity attained to a great extent in the daytime but the feeding almost ceased in the night. Thus it may be concluded that the sardine follow a feeding rhythm during the course of a day.

2) Examining the stomach and intestine contents of the sardine caught in the Bay of Maizuru on Dec. 18 (1953), we found that the important plankton components were *Skeletonema costatum* and *Thalassionema nitzschioides*. Especially the hard-bodied frustules of the latter might little decompose in the stomach and intestine, and hence they were comparatively easy to evaluate. Using these two diatoms, estimations were made of the number of cells reserved in the digestive-tracts and also of the plankton density in the water. From these investigations, how much water should be used each day for the straining of plankton was calcuated. A sardine of 12.0 cm. long should take water of ca. 270 litres per day, and the fish could strain the plankton of ca. 270•P (P : number of plankton per litre) from it. In comparison with the data obtained from the sardine of different length, it was deduced that the volume of strained water as well as the food intake was nearly proportional to the square of body length.

3) The analyses of the digestive-tract contents of the sardine and the investigation of the plankton composition in the waters showed a considerable confluence. The sardine indicated little selectivity of food. So far as the food selectivity is concerned, it will be further discussed in the next paper from the standpoint of the feeding mechanism.

緒言

一般にプランクトン捕食魚とその餌料との関係については従来多くの研究調査が行われている。日本でも最近特にこの問題の重要性が認識されて，若干の業績が発表されるようになつた。なかんずくマイワシとその食餌プランクトンとについては，既に中井(1)，橘高(2)その他諸氏の報告がある。筆者等は 1953 年以来イワシとその食餌プランクトンとの諸関係，例えば摂餌量，摂餌機構，生長との関係，プランクトンと漁況との関係などについて，一連の調査研究を続けている。マイワシはプランクトン殊に植物性プランクトンの捕食魚として代表的なものの一であり，また日本に於ける重要魚種に属しているから，先ず之を本研究の対象として選んだ。本報ではマイワシの摂餌量について，之を消化管内容量の日変化，食餌プランクトンを濾過するに要する水量，プランクトン組成などの点から研究した結果を述べる。

1955 年 1 月 17 日受理
本報の概要は 1954 年 4 月の日本水産学会年会にて講演した。

本稿を草するにあたり，終始適切な指導と助言を賜つた松原教授及び川上教授に深謝する。また落合明、中島松夫の両氏から多大の協力を得た。材料の蒐集に際しては三浜，田井、舞鶴及び湊村（久美浜）の各漁業協同組合によつて種々の便宜を与えられた。之等の諸氏に対して謝意を表する次第である。

I　消化管内容量の日変化

研究に用いたマイワシはすべて京都府海域で漁獲されたものである。1953 年 5 月から翌年 2 月までの期間に舞鶴海区の主要漁場である三浜及び田井のイワシ定置網により早朝漁獲されたマイワシについて、また 1953年 8 月及び 9 月の下旬各 1 日につき久美浜湾のイワシ刺網によつて夕方漁獲されたもの及び同年 12月18日夕と翌朝とに舞鶴湾内の地曳網によつて漁獲されたものについて調査した。之等の材料は何れも漁獲後直ちに10%フォルマリン液に浸漬し、のち実験室に於て胃の盲嚢と幽門部及び腸の内容量の多少を調べた。調査に際しプランクトンで飽満している場合を充満度 1 とし，他の場合はそれに対する見掛上の比を求めた。供試材料は毎回 5 —10尾を用い、それらの平均をとつた。なお之等マイワシの漁獲当時に於けるプランクトン相を知るために，同時に定量用プランクトネット（北原式，口径 22 cm，篩絹 XX—13）を以てプランクトンの採集を行い、その沈澱量を測定し、それとマイワシの消化管内容量との関係を調べた。之等の結果を示すと第 1 図のようになる。なお三浜の資料中には隣接の田井のものを含む。

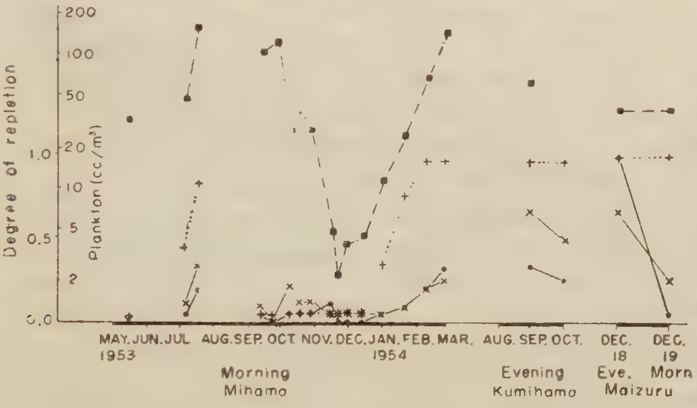


Fig. 1. Diagram showing the degree of repletion with plankton in the stomach and intestine, and the settling volume of net plankton collected at the same time. ●–●, blind sac of the stomach ; ×—×, pyloric part of the same ; +…+, intestine ; ■…■, net plankton.

さて内容量の日変化を詳しく研究するためには少なくとも数時間毎に調査すべきであるが，漁法その他の関係から普通の漁場で之を行うことは困難であるから，筆者等は早朝及び夕方に漁獲されたマイワシについて比較することにした。図によると早朝漁獲されたものは夕方のものに比して消化管の内容量が著しく少ないことが判る。このように内容量の較差をきたす原因としては，プランクトンの増殖状況，漁法の相違，水変温化による消化速度の相違などが考えられる。しかし舞鶴湾内の地曳網によつて 12 月 18 日夕方に漁獲された魚体の消化管内容量は甚だ多かつたにも拘らず，その翌朝に漁獲されたものでは著しく少なかつた。この事から考えてマイワシの摂餌活動は，昼間には旺盛であつて夜間には減衰するものと思われる。即ちマイワシの摂餌活動にはイカナゴ幼魚についてみられた如く(3)，日週期性があるものと推察される。昼間から夕方にかけて消化管内に貯えられたプランクトンの大部分は翌朝までに概ね消化されてしまうものと解される。なお三浜及び田井漁場に於て早朝漁獲された資料中には腸の内容量の比較的多い場合もみられる。之はその時期がプランクトンの繁殖期にあたつていたために，摂餌量そのものが著しく多くて翌朝までに充分消化しきれなかつものと思われる。また冬期の資料では更に水温低下による消化速度の減少もその理由の一と考えられる。

II　内容量，濾過水量及び摂餌量

いま海水 1 l 中に含まれるプランクトンの個体数を P，消化管内のプランクトンの個体数 p としマイワシが p だけのプランクトンを集めるために要する濾過水量を V とすれば次の関係式が得られる。

$$V=\frac{p}{P}$$

但し，マイワシとプランクトンネットとの両者の濾過率が考慮されねばならないので，上式は近似的に成

立するものと思われる。

12 月 18 日夕に舞鶴湾内の地曳網によつて漁獲された体長 9—12 cm. の 4 尾のマイワシについて，消化管内の珪藻二種 *Skeletonema costatum* (GREV.) CL. 及び *Thalassionema nitzschioides* GRUN. の個体数をそれぞれ p_{Sk}, p_{Th} とし，同時に海水中に於ける 5—10m 層の上記 2 種の個体数をそれぞれ P_{Sk}, P_{Th} とし，之等の値から求めた濾過水量をそれぞれ V_{Sk}, V_{Th} とするとき，体長毎に得られた濾過水量を示したのが第 2 図である。

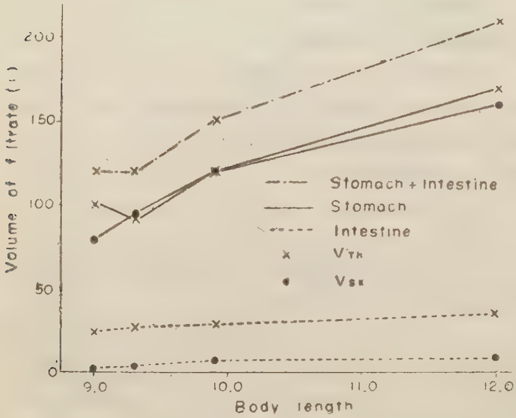


Fig. 2. Relation between body length and estimated volume of the strained water.

この際，指標として前記 2 種をとつたのは，当時の湾内のプランクトン相はマイワシの消化管内のプランクトン組成と同様に，植物性プランクトンが動物性のものよりも遙かに優勢であり，更に植物性プランクトンの中では之等 2 種が優勢であつて，群体数に於て 60 % 以上を占めていたからである。個体数の算定には資料を稀釈して，0.18 cc 中に珪藻が約 300 群体含まれるようにし，この稀釈液 0.18 cc 中の群体数を測定し，別に群体を構成する個体数の平均を求めて，それらの値と稀釈率とから各種の総個体数を算出する方法をとつた。次にマイワシの摂餌水域として 5—10m 層をとつたが，之は舞鶴湾の深度が約 15m であること，更にプランクトン採集のとき 5m から表層までと 10m から表層までとの 2 回垂直採集を行つた結果（第 1 表）によると，0—5m 層と 5—10m 層との両層のプランクトン密度にあまり差がみられなかつたことなどによる。

Table 1. The number of plankton collected in the two different layers and the plankton density at 5—10 m. depth. Samples taken in the Bay of Maizuru, Dec. 18, 1953.

	Number of plankton		Plankton density (5—10 m)	
	5—0 m. depth	10—0 m. depth	Colonies/l.	Cells/l.
Sk. costatum	8.63×10^5	1.86×10^6	4.9×10^3	1.3×10^5
Th. nitzschioides	3.36×10^5	6.83×10^5	1.8×10^3	1.1×10^4
Other plankton	3.52×10^5	1.18×10^6	4.4×10^3	——

第 2 図によると，胃に於ては $V_{Sk}\fallingdotseq V_{Th}$ であり，腸に於ては $V_{Sk}<V_{Th}$ である。之は胃内のプランクトンとネットで採集したプランクトンとについて，*Sk. costatum* と *Th. nitzschioides* の個体数比がほゞ等しいことを意味し，また腸内では前種が後種よりもその比率を低下していることを示している。この事実は消化管内に於て後種の殻が崩壊し難いことを示唆するものであるから，以下に述べる考察にあたつては後種によつて得られた結果を用いることにする。

体長 12.0 cm のマイワシを例としてその摂餌量もしくは濾過水量を求めてみると次のようになる。その消化管内容量は胃では約 170・P_{Th}，腸では約 40・P_{Th} となつている（第 2 図）。このマイワシが当日摂取し且夕方までに消化排泄したプランクトン量を後述の方法によつて推定し，排泄量と内容量とから一日の摂餌量を求めることにした。

夕方漁獲された魚体の胃及び腸内はプランクトンで充満していたが，翌朝（約 12 時間後）漁獲された魚体では，胃は大体空虚となつていたけれども，腸では殆ど相違がみられなかつた。従つて当時の消化速度は 170÷12≒14 (P_{Th}/hr) であつたと考えられる。因に現場水温は 16° C 前後であつた。この消化速度と幽門部及び腸の内容とから，幽門部及び腸に於ける消化時間を推測してみる。盲嚢と幽門部との内容量の比は

ほぼ3：1であつたことから，幽門部の内容量は腸のそれと同じく約 40・P_{Th} と考えられるから，消化時間は幽門部でも腸でも約3時間となる。それ故に昼間約 10 時間のうち，最初の6時間には当日摂取されたプランクトンは消化を終えて排泄される段階には達しないと考えられる。従つて夕方までに排泄されるプランクトン量は，それ以後の4時間分に相当する量となり，約 60・P_{Th} となるわけである。このようにして体長 12.0 cm のマイワシの1日（昼間）の摂餌量は約270・P_{Th} となり，その摂餌に要した濾過水量は約 270 *l*. となる。

次に内容量 P_{Th} しくは濾過水量 V_{Th} と体長 *l* の *n* 乗と関係を求めるために，それぞれの対数をとつてプロットしたのが第3図である。その結果によると

$$V=al^{2.2}$$

となる（但し *a* は常数）。即ち濾過水量もしくは内容量はほゞ l^2 に比例することが判る。Ricker(4) は魚体が大きくなるにつれて単位体重当りの摂餌量の減少する傾向がみられる理由として，消化速度は消化管の表面積に比例することをあげている。この事から魚体が当日摂取し且夕方までに消化排泄するプランクトン量もほゞ l^2 に比例するものと思われる。従つてマイワシの一日の摂餌量もしくは濾過水量はほゞ体長の自乗に比例すると考えられる。

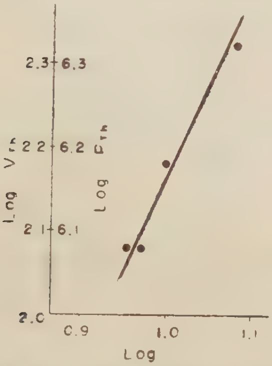


Fig 3. Relation between body length (l) and food intake (p_{Th}) and volume (V_{Th}) of the strained water, plotted on a logarithmic scale.

III 消化管内のプランクトン組成

前述の各時期に於けるマイワシの消化管内プランクトンと，同時にネットで採集した海水中のプランクトンとの組成を比較した結果を示すと第2表の通りである。多くの場合植物性プランクトンの方が動物性プランクトンよりも優勢であつた。前者のうち普通にみられる種類は *Chaetoceros affinis* Laud.，*C. danicus* Cl.，*Rhizosolenia alata* Brightw.，R. *setigera* Br.，*Skeletonema costatum* (Grev.) Cl.，*Thalasstonema nitzschiodes* Grun. などの珪藻であつた。季節的変化があることは云うまでもない。

Table 2. The gross composition of the digestive-tract contents of the sardine and the net plankton. (May—Dec., 1953 ; Jan., Feb., 1954.)

Date	Locality	Dominant plankton in the Net collection	Dominant plankton in the Digestive-tract	Dominant organisms
May 15	Mihama	Phytoplankton	Zooplankton	(*Ch. danicus*)
July 5, 14	〃	〃	Phytoplankton	*Ch. affinis*, *Rh. alata*
Sept. 15, 23	〃	〃	〃	*Ch. affinis*, *Th. nitzschioides*
Oct. 12, 19, 26	〃	〃	〃	*Th. nitzschioides*, *Rh. setigera*
Nov. 15, 18, 24	〃	Zooplankton	Zooplankton	Copepoda
Dec. 16	〃	〃	〃	〃
Dec. 30, Jan. 19	〃	Phytoplankton	Phytoplankton	*Sk. costatum*
Feb. 10, 27	〃	〃	〃	〃
Aug.	Kumihama	〃	〃	*Ch. affinis*
Sept.	〃	Zooplankton	Zooplankton	Copepoda
Dec. 19	Maizuru	Phytoplankton	Phytoplankton	*Sk. costatum*

マイワシの消化管内に於けるプランクトンの組成は植物性或は動物性の差別なく，そのときの海水中に於けるプランクトン相に一致する傾向がみられる。之は橘高氏(5)が既に指摘した通りである。また前述の如く 12 月 18 日夕方に漁獲されたマイワシの胃内では，*Sk. costatum* と *Th. nitzschioides* との個体数比がネットプラランクトンのそれとほゞ等しかつたことや，摂餌機構(6)（後報）などの点を併せ考えるとき，マイワシはその摂餌水域を選び得るとしても，その水域内に於ては捕食プランクトンに対する選別性を殆ど有しないものと思われる。

摘　　要

京都府海域で漁獲されたマイワシを材料とし，主として摂餌量の問題について研究した。

1) マイワシの消化管内容量は，早朝には非常に少なかつたが夕方には多かつた。之はマイワシの摂餌活動に日週期性があることを示すものと思われる。即ち摂餌活動は昼間に旺盛で，夜間に衰えるものであり，昼間から夕方にかけて捕食されたプランクトンは翌早朝までに概ね消化されるもの解される。

2) 12 月 18 日の夕方にとれたマイワシの消化管の内容量とそのときのプランクトン密度を調べ，体長 12.0 cm のマイワシの一日（昼間）の摂餌量を約 270•P と推定した。但し P は海水 1 l 中のプランクトン数である。また体長の異なる個体について比較した結果，摂餌量はほぼ体長の自乗に比例することがみられた。

3) マイワシの消化管内のプランクトン組成はそのときの海洋におけるプランクトン相と大体一致していた。このことや摂餌機構などから考えて，マイワシはその摂餌水域内においては捕食プランクトンに対する選別性を殆んど有しないものと思われる。

文　　献

1) 中井甚二郎：水研誌 **33** (12)，547-561 (1938).

2) 橋高二郎：若狭湾とその肢湾のイワシについて．京都府水試研究報告 (1952).

3) 元田　茂・田中義昭：北水試研究報告　第 7 号，56-67 (1950).

4) W. E. Ricker : Ecol. Monogr. **16**, 375-391 (1946).

5) 橋高二郎：与謝内海と久美浜湾の海況．日本海区水研創立三周年記念論文集，139-149 (1952).

6) 吉田陽一：本誌に投稿（11 月印刷予定）

魚の棲息密度指数についての考察 *

真 子 渉
（西海区水産研究所）

A Consideration on the Density Index of Fish Population

Hiroshi MAKO

For estimating the density of fish population, catch per unit of effort is commonly used. But in order to allow such a method, distribution pattern of fish should be researched.

In a fishing ground, distribution of individuals and schools would be not random but contagious distribution. Frequency distribution of catch of many species is represented well by PÓLYA-EGGENBERGER type. And by transformation

$$x'=k^{-\frac{1}{2}}\sinh^{-1}(kx)^{\frac{1}{2}}.$$

where k is constant, the standard deviation approaches a constant without regard to the mean. By this method, we can compare the groups with each other or examine the correlation of them.

In this examination, catch of the demarsal fish in the East China and the Yellow Seas was used.

魚類資源の盛衰を推定したり，漁況の良否を判断したりする場合には，一般に単位努力当り漁獲量（この研究では底曳漁業を対象としているので，以下一網平均という）が用いられている。しかしこの値がもつ意味についての解析は行われておらず，常に疑義をもたれてきた。DELURY (1947)[1], (1951)[2]はこの値を用いて母集団の総数を推定し，又山中（1951)[3]は漁獲量が漁獲努力数に対して正規回帰をすると仮定して，この回帰係数の推定量を漁獲量と努力数との関係を示す統計量として用いた。しかし何れの場合にも一網平均自身がもつ意義についての解析は行われていない。一般に一網平均を用いるのは，この値をある漁場内の魚の棲息密度を示す指数として考えることによるのであるが，そのような解釈が許されるかどうかは，その漁場における魚の分布状態を検討してみなければならない。即ちある漁場内で魚がどのように分布しているか魚群として或いは群衆体としてもつている生態的な特性を見出して，その分布構造についての解析を行うことが必要である。実際には直接観察することが出来ない海中のことなので，いくつかの仮定を設けて考えなければならない。そこで後述する仮定の条件をなるべく満足させるような比較的狭い漁場内の魚の分布様式を考え，棲息密度指数について考察を加えた。

この研究の資料を提供していたゞいた太洋漁業長崎支社の方々，種々御助言をいたゞき本稿を校閲していたゞいた西海区水産研究所資源部村上子郎部長，及び計算を手伝つていたゞいた辻信子嬢に厚く御礼申上げる。

分 布 型 の 推 定

漁業による資料を使用する場合には，試料を確率的（at random）にとることは非常に難かしい。漁業が行われる際には少しでも多くの漁獲をうるために水深水温を計り，その他種々の知識を綜合して操業位置が選ばれるために比較的狭い海域においてさえ，厳密な意味での確率的な操業が行われていると考えることは困難である。しかし漁業による以外の採集法例えば試験船による方法などでは試料数も少なくなり，こゝに述べるような目的のためには，そのような方法は殆んど使用することは出来ない。このような条件があるので，こゝでは単位漁場内では確率的に操業が行われているものと仮定する。しかしながら，このような仮定

1955 年 4 月25日受理（印刷費負担）西海区水産研究所業績第 48 号，

* 昭和 30 年 3 月，日本水産学会九州支部 昭和 29 年度第 2 回例会（長崎市）において発表報告した。

は現在の段階では資源調査の他の殆んどすべての調査に共通なことであるし，こゝで規定した単位漁場内でならば甚だしく無謀なものとは考えられない。

さて，単位漁場内で魚自身の分布様式はどうなつているであろうか。一般に生物の分布様式は機会分布（random distribution），蝟集分布（contagious distribution）及び規則分布（regular distribution）の三つに区分される。[4] これらの分布のうち最も普通に考えられるのは機会分布であり，その分布に従うものから抽出された試料では，よく POISSON 分布に適合することが知られている。しかしこゝで取扱つた試料では著しい過大分散を示し，POISSON 分布に従うものとは考えられない。(Table 1 参照) この理由を考えてみると多くの魚，特に大規模な漁業の対象資源として考えられているような魚では各個体は相当数集つて魚群を構成しており，各魚群は更に高次の群衆体を構成しているものと考えられる。つまり各個体の分布は機会分布ではなく，又こゝで単位漁場として考えている農林漁区内*ではその環境要因も同一ではないであろうし，又生物相互の関係にも影響されて，魚群の分布も又集団をなしていると考えられる。即ち個体も魚群もその分布は機会分布ではなく蝟集分布をなしているものとみてよいであろう。

Table 1. *F* tests of divergence coefficient ($s^2/\bar{x}$) of POISSON distriburion.

Block No.	Species	tests of d.c.	
		d.f.	$F=s^2/\bar{x}$
320	*S. tumbil*	463	5.3050
	N. argentata		3.3472
	N. nibe		8.6121
	P. manchurica		6.7294
544	*S. tumbil*	233	2.8655
	N. argentata		7.2177
	N. nibe		13.0017
	P. manchurica		5.9875
297	*N. argentata*	216	4.9272
	P. manchurica		24.7497
159	*N. argentata*	159	12.6209
	P manchurica		3.4968
160	*S. tumbil*	150	1.4207
	N. argentata		18.1769
	P. manchurica		7.9007
521	*S. tumbil*	81	6.1188
	N. argentata		2.2966
	N. nibe		6.8588
158	*N. argentata*	61	4.8008
533	*N. nibe*	54	7.1480
150	*N. argentata*	46	3.9566
	P. manchurica		11.7442
511	*S. tumbil*	46	6.4825
	N. argentata		4.3941
	N. nibe		11.3921
340	*N. argentata*	43	8.6288
	N. nibe		3.2696
	P. manchurica		4.7029

このように個体或いは群の分布が機会的でなく，蝟集分布に従うような場合に，ある大きさの枠（quadrat）によつ抽出された試料に期待される分布型として PÓLYA-EGGENBERGER の分布法則が知られている。単位漁場内での一回の曳網を一つの枠と考えて，農林 320 区における数種の魚を例にとつて，この分布型を当嵌めてみると Table 2 及び Fig. 1 のようになる。**この例ではこの分布型の適合はよい。更に又 Table 3 には他のいくつかの漁場での数値を掲げた。この分布型の適合があまりよくない例もあるが，全体としてみれば期待値から特に離れているとは考えられないから，抽出された漁獲量の分布はこの分布様式に従つていると考えて，差支えないものと思われる。

しかしこのような分布様式を示す機構を考えてみると，今の処前述のように魚自身の分布が蝟集分布をしていることしかわからない。蝟集分布をするものからの抽出試料がすべて PÓLYA-EGGENBERGER 型の分布をするとは限らず，同じ分布をしているものからの抽出試料でも枠の大きさによつても，又調査しようとする単位面積の広さによつても，異つた分布型をうることが予期される。PÓLYA-EGGENBERGER 型の分布は伝播分布としてしられているが，どのような伝播機構が考えられるであろうか。伝播母数はどの程度分布が集中的であるかを示す指数として考えられるが，この場合には特別な伝播機構を考えることは困難である。魚群の大きさ及び群衆体としての分布範囲等が明らかになれば，更に進んだ機構の解明が可能になるであろう。又魚の分布は水平的な分布のみでなく，垂直的な分布も当然考慮されなければならない。特に魚群全体として垂直移動を行うような場合などについては，今迄の処殆んど何も解つていない。今後魚群探知器の記録などによつて，次第に明らかになつていくものと考えられる。

棲 息 密 度 指 数 の 推 定

一般に棲息密度というのは，単位面積（体積）内に棲息する総個体数をもつて示される。こゝで取扱つた

* 30 浬平方。これ以下の小面積を考えることは漁船の位置を測定する能力から考えて，余り適当でない。
** こゝでは個体数でなく，漁獲重量を用いている。

Table 2. Frequency distribution of some species.

f : Observed number. *F* : Expected number by PÓLYA-EGGENBERGER distribution.

Catch in fish box	*Saurida tumbil*		*Nibea argentata*		*Nibea nibe*		*Pseudosciena manchurica*	
	f	*F*	*f*	*F*	*f*	*F*	*f*	*F*
0	170	190.6	98	108.1	281	273.2	429	430.1
1	94	82.6	97	91.7	55	59.5	17	14.6
2	61	51.4	77	70.7	29	32.8	8	6.5
3	41	35.3	56	52.8	27	21.8	1	3.8
4	27	25.3	38	38.9	17	15.6	3	2.5
5	16	18.6	34	28.3	7	11.8	1	1.7
6	7	13.9	16	20.6	7	9.0	0	1.2
7	13	10.5	17	14.8	10	7.1	1	0.9
8	8	8.0	7	10.7	8	5.7	1	0.7
9	8	6.2	10	7.6	4	4.6	0	0.5
10	4	4.8	4	5.5	1	3.8	1	0.4
11	5	3.7	3	3.8	2	3.1	0	0.4
12	3	2.8	0	2.7	2	2.6	0	0.3
13	1	2.2	3	2.0	0	2.1	0	0.2
14	2	1.7	0	1.4	3	1.8	2	0.1
15–19	4	6.4	4	3.3	7	5.3		
20–					4	4.1		
Total	464	464.0	464	463.9	464	463.9	464	463.9
$\bar{x}$	2.2974138		2.8125		1.8732759		0.22844828	
s^2	12.1878118		9.4140118		16.132848		1.5373315	
χ^2	11.067		8.953		10.636		1.596	
degrees of freedom	10		10		10		2	
$P\{\chi^2>\chi_0^2\}$	$Pr>0.25$		$Pr>0.50$		$Pr>0.40$		$Pr>0.42$	

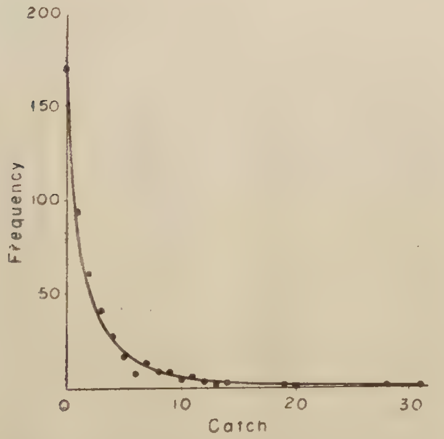
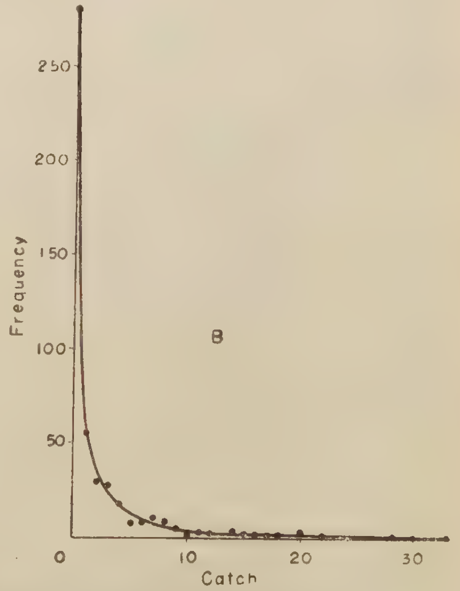


Fig. 1. Frequency distribution of catch in Block No. 320.

A : *Saurida tumbil.*

B : *Nibea nibe.*



• Observed, ——Fitting curve by PÓLYA-EGGENBERGER distribution.

ような場合には，海中に棲息する総数を知ることは出来ないので，母平均の推定値としての標本平均をもって棲息密度を示す指数としている。一般には最初に述べたように，その分散も考慮に入れず，平均値のみが一網平均として用いられてきた。しかしこのような算術平均のみで棲息密度を指定して集団の比較を行うことは妥当ではない。分布函数の型と母数（平均及び分散）との両者によって集因相互の比較が可能になる

Table 3. χ^2 tests of goodness of fit by PÓLYA-EGGENBERGER distribution

Block number	Species	Number of Sample	x	s^2	χ^2	Degrees of freedom	$P\{\chi^2>\chi_0^2\}$
554	*S. tumbil*	234	2.4188035	6.9311470	6.616	6	$P>0.40$
	N. argentata		0.71794018	5.1819082	19.906	3	$P<0.005$
	N. nib3		20.213676	262.81265	35.090	14	$P<0.005$
	P. manchurica		0.58547009	3.5055390	2.214	3	$P>0.50$
297	*N. argentata*	216	0.68055555	3.3532950	7.441	3	$P>0.05$
	P. manchurica		12.754629	315.67439	7.153	12	$P>0.80$
159	*N. argentata*	159	20.773584	262.18258	17.875	14	$P>0.20$
	P. manchurica		1.3584906	4.7504179	11.006	4	$P>0.025$
160	*S. tumbil*	150	0.860	1.2218791	5.361	2	$P>0.05$
	N. argentata		15.226666	276.77378	13.017	13	$P>0.40$
	P. manchurica		1.7066666	13.483861	23.193	5	$P<0.005$
521	*S. tumbil*	81	1.9733087	12.07438	1.852	3	$P>0.05$
	N. argentata		1.2467140	2.8632725	7.049	3	$P>0.05$
	N. nibe		7.1481481	49.027777	5.010	7	$P>0.60$
158	*N. argentata*	61	12.344262	59.26284	4.927	6	$P>0.50$
533	*N. nibe*	54	12.777777	91.336470	16.357	5	$P>0.01$
150	*N. argentata*	46	1.3260869	5.2468600	8.106	1	$P<0.005$
	P. manchurica		16.978261	199.39690	10.362	5	$P>0.05$
511	*S. tumbil*	46	6.0869566	39.458937	6.461	4	$P>0.20$
	N. argentata		2.7173924	11.940586	7.872	2	$P>0.02$
	N. nibe		2.8478271	32.442993	6.416	2	$P>0.03$
340	*N. argentata*	43	0.39534884	3.4114071	0.563	1	$P>0.40$
	N. nibe		2.9761910	9.731126	8.087	3	$P>0.025$
	P. manchurica		2.9302336	13.780730	1.340	2	$P>0.50$

Table 4. Mean and variance which transformed in square root and transformed in $x'=k^{-\frac{1}{2}}\sinh^{-1}(kx)^{\frac{1}{2}}$

Block Number	Species	$x'=\sqrt{x}$		$x'=k^{-\frac{1}{2}}\sinh^{-1}(kx)^{\frac{1}{2}}$	
		$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
320	*S. tumbil*	1.1100	1.3637	0.7991	0.4470
	N. argentata	1.3836	1.1441	1.0605	0.4121
	N. nibe	0.7909	1.6084	0.5697	0.5940
	P. manchurica	0.1142	0.2266	0.0877	0.1041
544	*S. tumbil*	0.3931	1.3125	0.9470	0.3470
	N. argentata	0.1410	0.3019	0.1118	0.1430
	N. nibe	4.8382	7.1874	2.2358	0.6325
	P. manchurica	0.3139	0.5942	0.2329	0.2498
297	*N. argentata*	0.3750	0.6308	0.3137	0.3106
	P. manchurica	3.2361	8.0680	1.4870	0.6569
159	*N. argentata*	5.0817	5.3413	2.2694	0.2710
	P. mancgurica	0.7798	0.7377	0.5731	0.3376
160	*S. tumbil*	0.5533	0.3561	0.5159	0.2840
	N. argentata	4.02	6.0730	2.0114	0.2872
	P. manchurica	0.8066	1.2841	0.6015	0.4237
521	*S. tumbil*	0.9398	1.5336	0.6365	0.4901
	N. argentata	0.7777	0.7000	0.6391	0.3995
	N. nibe	2.5921	2.8194	1.6158	0.2711
158	*N. argentata*	3.8688	2.6491	1.9851	0.2860
533	*N. nibe*	3.7962	4.3162	1.8690	0.7022
150	*N. argentata*	0.7608	1.6971	0.5054	0.5913
	P. manchurica	4.3695	6.4159	1.8532	0.4605
511	*S. tumbil*	2.1521	2.7096	1.2726	0.4526
	N. argentata	1.2826	1.4961	0.9841	0.1771
	N. nibe	1.0000	2.8000	0.6173	0.9052
340	*N. argentata*	0.2093	0.4551	0.1555	0.1828
	N. nibe	1.50	0.9642	1.1860	0.1282
	P. manchurica	1.3720	1.6677	0.8920	0.5207

ものである。Pólya-Eggenberger 型の分布に従う場合には，同種について場所を変えて測定すると，平均値はその都度異なるが parameter $k=\{\bar{x}^2/(s^2-\bar{x})\}$ の値は大体一定になるといわれている。[5] そのような事実があるならば，分布の型は伝播母数 $p=(s^2-\bar{x})/\bar{x}$ によつてきまることになる。しかし p はどの程度に分布が集中的であるかを示す指数として考えられるが，この値を棲息密度指数として取扱うことは出来ない。又棲息密度の海区間の変動或いは漁期間の変動を考える場合等には変量分析を行うことが必要になるが，このためには Pólya-Eggenberger 型のまゝでは不便である。そこで変量分析を可能にするために適当な方法によつて分散の変動を少なくすることが必要になる。このために Upholt (1942)[6] * が行つた変数を平方根変換する方法がよく知られているが，筆者が計算した結果では変換後の分散は可なり大きな変動をもつていて之を一定と考えることは出来ない。(Table 4) 又 Beall (1941)[7] は次の変換式によつて変換を行い，良い結果を得ている。

$$x'=k^{-\frac{1}{2}}\sinh^{-1}(kx)^{\frac{1}{2}} \qquad (k=(s^2-\bar{x})/\bar{x}^2)$$

この式に基いて変換した場合の平均値と分散とを Table 4 に示した。$\sinh^{-1}$ 変換したものは平方根変換したものに較べてはるかにその分散の変動は少ない。この場合分散分析の基本仮定である σ^2＝一定 が成立していないが σ^2 が一定でなくても数倍以内であるならば実用上差支えないとされているから，この変換によつて分散分析を行うことが出来る。**

考　察

分布型を推定した際いくつかの例では Pólya-Eggenberger 型に余りよく適合していないが，それは単位漁場内での魚の分布が等質化*** されていないことがその大きな原因と思われる。同種でも魚体の大きさによつて夫々異つた魚群を構成しているような場合も考えられるし，又魚の行動を考えてみても種々の原因によつて棲息密度が常に一定しているとは限らない。このような集団に対して必ずしも等質分布を期待しえないことは当然であり，魚体の大小により或いはその他の条件によつて層化すれば，更によい適合が期待される。

Fig. 2 には 10 個所の漁場のシログチを例にして変換しない時と，した後との平均値を示している。各漁場毎に異つた k の値を用いているが，計算された平均値は一つの曲線の上に略のつている。これは k の値が大体一定とみなせることを示していると同時に，又前述の Pólya-Eggenberger 分布の k が一定と考えられることの妥当性を示している。従つて同種のものでは共通の k を用いて変数変換を行うことが出来る。

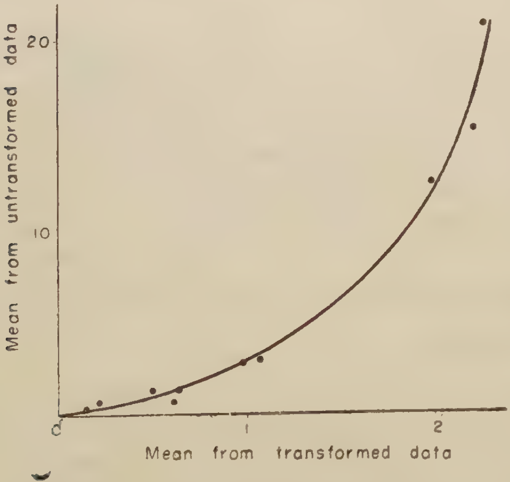


Fig. 2. Relationship between means from transformed data and that from untransformed data. (*Nibea argentata*)

---

* 原文未見。河野達朗ほか (1952) "ニカメイガ幼虫の水田内における分布様式（昆虫の分布様式に関する研究，2）" 個体群生態学の研究一 II による。

** 分散分析の方法は Beall (1941)[7] に精しい。

*** 等質分布 (homogeneous distribution) とは一つの同じ分布函数で表現される集団分布をいう。[8]

文　　献

1) DeLury, D.B.: On the estimation of biological population. *Biometrics* **3** (4) (1947).

2) DeLury, D.B.: On the planning of experiment for the estimation of fish population. *Jur. Fish. Res. Board Canada* **8** (4) (1951).

3) 山中一郎：漁獲高と漁獲努力に関する研究（第一報）本誌，**16** (12) (1951).

4) 沼田　真：生態学方法論，古今書店，東京 (1953).

5) 吉原友吉：タマキビの分布，個体群生態学の研究—Ⅱ．京大，農，昆虫 (1953).

6) Upholt, W.M.: The use of the square root transformation and analysis of variance with contagious distribution. *J. Econ. Ent.*, 35: (1942).

7) Beall, G.: The transformation of data from entomological field experiments so that the analysis of variance becomes applicable. *Biometorika* **32** (1941-42).

8) 鳥居酉蔵：昆虫集団の推計法，生態学概説，養賢堂，東京 (1952).

トビゴイに関する研究—I. トビの現れる時期に就いて

中村中六・笠原正五郎
（東京大学農学部水産実験所）

A Study on the Phenomenon of the Tobi-Koi or Shoot Carp-I. On the Earliest Stage at which the Shoot Carp appears

Nakaroku NAKAMURA and Shôgorô KASAHARA

Some individuals among carps of one batch grow much faster than other in the same condition. We call them "Tobi-Koi" or Shoot-carps. They show characteristic asymmetry on the frequency curve of the body length of the batch. We calculated the skewness

$$Sk=\frac{1}{\sigma^3}\cdot\frac{1}{N}\cdot\Sigma f_i(x_i-\bar{x})^3$$

and found that its value is larger than +1.5 in many cases in which the Tobi-Koi appears.

The frequency curves of the egg diameter, body length of hatched larvae and 8 days old post-larvae kept without feeding show approximately the normal distribution, but after 20 days culture fed with Cladocerans the Tobi-Koi individuals are found already.

緒　言

同一の親魚から出た卵より孵化した稚魚を同一環境，同一養殖技術によつて飼育した場合にも成長について特に優秀な群が生ずることが知られて居りこれをトビゴイと呼んで居る。この現象については既に吉田実習所[6]，山田[5]等が夫々報告して居り，更にその原因等に関して松井佳一[4]及び松井魁[2,3]はかゝる事実がコイの成長度に関し系統的に著しい差異がある事によつて生ずるものであり，之を遺伝的に区別ができると指摘している。然しながらトビゴイの現象は単にこの様な遺伝的に優秀なものが分離したものであるとのみ解釈するよりも飼育条件特に飼料との関係に於て影響される所も多いのではないかと考えられるので，筆者等はかゝる見地よりトビゴイがいつ，どの様にして現われるかを解明すべく種々実験を試みている。今回はその一部を報告する。

本研究に当り御助言をいただいた大島泰雄教授に感謝の意を表する。

実験結果

1. トビゴイの現象

中村は先にフナにはトビが現れる事はながいコイには常にトビが出る事を伊川津水産実験所の養魚池の材料について報告したが[1]，その後笠原は更に 1951 年5月 21 日に同一の親魚の卵より孵化したコイ稚魚を 6 月 10 日同所の 1，2 号池に放養して初期はミヂンコ，その後は魚肉，蛹，糠等の人工飼料によつて20日間飼育した後その全数を測定した結果及び 1952 年5月 16 日に孵化した稚魚より 173 尾を任意抽出し主としてミジンコによつて約 20 ケ月間飼育した結果について第 1，2 図の様な体長頻度曲線を得ている。これ等は前記諸報告と同様にトビの現象である事は明かでそれが一般的なものである事を示して居る。

然して此のトビの現われている分布曲線の左右不相称性を数的に現わす為に

$$Sk=\frac{1}{\sigma^3}\cdot\frac{1}{N}\cdot\Sigma f_i(x_i-\bar{x})^3$$

1955 年4月 28 日受理

によつて Skewness 歪度を計算するとその値は＋1.5 以上を示している事が多く（2才ゴイの場合等例外もあるが），トビが現われていないフナの方は多くの場合之に比べて値がずつと小さい。上記の二例の外これ迄の資料について計算した歪度の値を一括表示すると第1表の通りである。

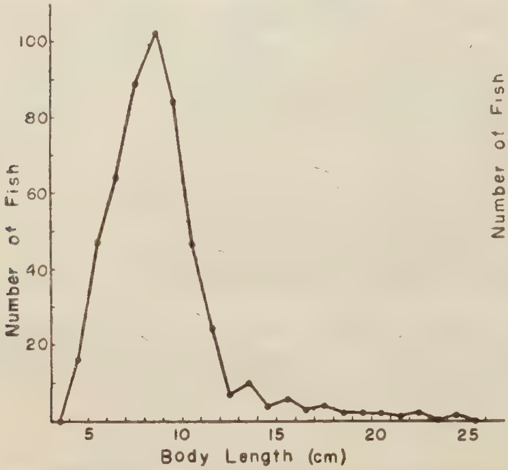


Fig. 1. Body length distribution of the batch of carp reared in the Fishery Laboratory Pond No. 1 XII-27, '51. The flat right-hand part of the curves represent "shoot carp". $S_k=+1.792$

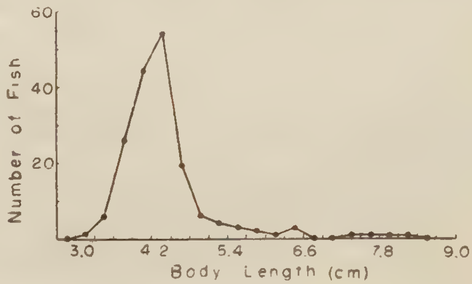


Fig. 2. Body legth distribution of the batch of carp reared in a small concrete pond. VII-14, '52. $S_k=+2.559$.

但しかかるトビゴイの生じている場合に於ても所謂トビゴイの個体群が松井[3]の指摘した様に別個の独立した小彷徨変異を有するものとは認め難いようである。

Table 1. Skewness of the body length distribution in some batches of the carp and the crucian carp.

Species	Age	Rearing station	Date of collection	Number of fish measured	*m*	*s*	*Sk*	Researcher
Carp	1	Fish. Ex. St. Shiga Pref. (Pond area 132m²)	VI-29, '38	889	6.392	2.852	+1.829	Yamada
	1	Fish. Lab. Tokyo Univ. (Aichi Pref.) Pond No. 6	II-17, '44	982	7.259	2.188	+1.759	Nakamura
	2	〃 Pond No. 5	IV-6, '46	178	13.045	2.505	+0.876	〃
Crucian carp	1	〃 Pond No. 7	IV-7, '46	335	4.143	1.067	+1.129	〃
	1	〃 Pond No. 3	XII-27, '45	258	7.736	1.633	−0.271	〃
	1	〃 Pond No. 2	XII-26, '46	244	8.008	0.779	−0.584	〃
	2	Takahira's Pond No. 2 (Ikawazu, Aichi Pref.)	XI-11, '45	267	10.184	0.979	+0.698	〃

m : Mean. *s* : Standard deviation. *Sk* : Skewness

2. トビの現われる時期

コイを卵より飼育した場合その体長（或は体重）頻度分布曲線が正規分布より外れて所謂トビの現象が現われて来るのは一体何時頃かと言う事を見る為に先ず産卵直後の卵より任意に数百個を抽出して卵径を測定してその頻度分布を見，次いで孵化直後の仔魚の全長，孵化後約1週間無投餌で放置した場合の全長を測りその後それにミジンコ等を与えて色々な期間飼育した後に測定した結果について夫々同様に体長頻度曲線を調べて見た。先ず卵については第3図Aの様に全く正規分布であり，孵化直後の仔魚全長，8日間放置のものの全長についても第3図B，Cの如く同様にトビは現われる様子はないが，ミジンコを与えて飼育すると20日にして既に第3図Dの様に明かにトビが見られる。そしてそれより長期間飼育したものでは何れも全く同様にトビが見られている。

これ等の実験記録より見るとトビの現象は孵化後ミジンコ等の天然餌料をとるようになつてから初めて現

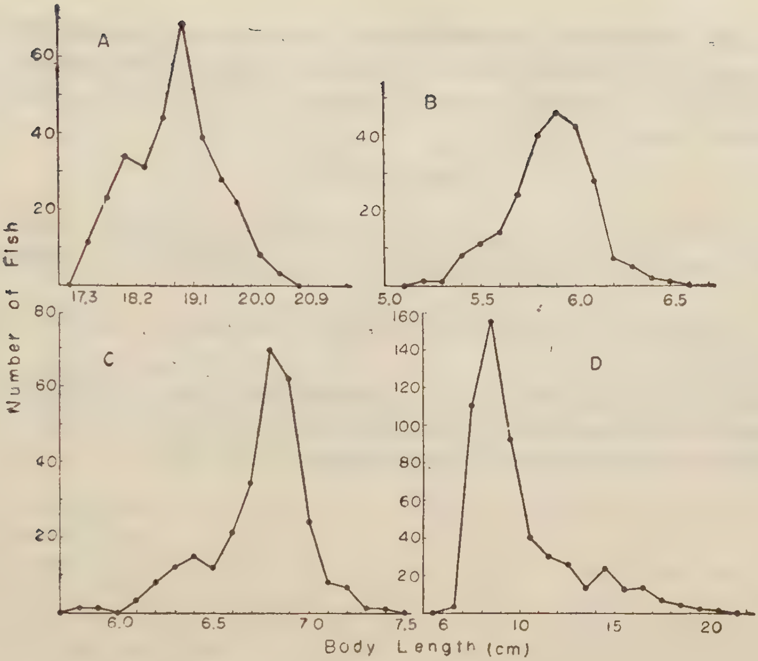


Fig. 3. Frequency distribution of the egg diameter and the body length of fry in the carp.

A Egg diameter. $Sk=-0.019$

B Body length of fry upon hatching. $Sk=-0.407$

C Body length of 8 days old fry (not fed). $Sk=-0.818$

D Body length of 20 days old fry (fed). $Sk=+1.532$

Table 2. Change of the Body length distribution of a batch of carp during the rearing period.

Date	Rearing period	No. of survival	*m*	*s*	*Sk*
Ⅷ- 3,'52	9 weeks	300	4.64±0.08	0.71	+1.272
Ⅸ-14,'52	15 〃	294	5.37±0.11	0.95	+1.110
Ⅹ-25,'52	21 〃	281	6.19±0.14	1.16	+1.158

m : Mean. *s* : Standard deviation. *Sk* : Skewness

われるものであり，しかもそれは摂餌成長の初期の段階に於て早くも決定され得ると考えられる。そしてそれを特に選別しないでそのまゝ飼育する場合はそのトビの現象はそのまゝ持続されて行き分布曲線の分散は大きくなる傾向が見られる。（第2表参照）

但しこのように卵よりずつと選別しないで飼育するのでなく或時期以後の（比較的揃つた）種苗を放養して飼育する場合例えば2才ゴイの場合でも程度の差こそあれトビは出るもののようであるが，それ等の場合はそれがいつ頃トビになるか積極的な資料を持たないが，やはりその池に於ける飼育の比較的初期に決るのではあるまいか。これについては今後の研究によつて明かにしたい。

要　　約

（1） トビゴイの実例を更に2例挙げ，これが極めて一般的なものである事を示すと共に，体長頻度分布曲線の左右不相称性を表わす為に Skewness（歪度）を計算し，トビの現われている場合はそれが大抵＋1.5 以上の値を示すことを見た。

（2） コイの卵，孵化仔魚及び約一週間無投餌に放置したものでは卵径，全長の頻度曲線は正規分布に近いがミジンコを与えて 20 日間飼育すると早くもトビが現われ，歪度は +1.532 に達した。

（3） このようにトビゴイは孵化後ミジンコ等の天然餌料をとるようになつて始めて現れ，しかもその摂餌成長の初期に早くも決定される。

文　　献

1) 中村中六："養魚上より見たるコイとフナの二，三の比較，" 本誌，21，(2)，(1955).

2) 松井魁："水産生物の成長度に関する研究第5報トビゴイの成長度に就いて"， 魚類学雑誌，1 (3)，(1950).

3) ——："鯉の優良品種に関する研究． 第二報トビ鯉の形態的特徴に就いて"， 第二水産講習所研究報告 1 (1)，(1949).

4) 松井佳一："鯉の品種改良試験に就いて"， 水産試験場調査資料，No. 3，(1936).

5) 山田正二郎："小鯉のトビに就いて"， 養魚会誌 8 (1)， (1938).

6) 吉田実習場："小鯉のトビについての一例"， 養殖会誌，6 (9)，(1936).

養魚上より見たるコイとフナの二，三の比較

中　村　中　六
（東京大学水産実験所）

Comparison of the Carp and the Crucian Carp from Pisci-cultural Point of View

Nakaroku NAKAMURA

With regard to ecological characteristics of the carp and the crucian carp when used as objects of loosely diffused culture, the present study was carried out to compare them with each other.

(1) Survival rate of the crucian carp is always higher than that of the carp, and yearlings of the crucian carp grow faster than the other in such circumstances as without sufficient food for them.

(2) While there occurs unevenness of growth among the batch of carps, the crucian carps grow always rather evenly.

(3) The difference of the feeding habit of the two species is considered as one of the main causes of above mentioned phenomenon. The carp feeds mainly on comparatively large bottom fauna (Chironomus larva etc.), but the other depends on the so-called "Aufwuchs" (minute adherent organisms), algae and organic detritus, namely matters as available to the crucian carp are more ubiquitously present than those for the carp.

緒　言

フナはコイ程に大きくならず，又価格も安い為に一般にそれ程重要視されていないが，内水面全体から見た時その統計面に現われない産額等相当に大きいものと思われる。更に生態学的に見ても色々と興味深い点もある上に養魚の対象としてもコイと比べて仲々便利な点が多いのであるが筆者は疎放的養殖の場合に於ける当才魚の成長，歩留その他一，二の点についてコイと比較して興味ある事実を見出したのでこれについて報告し，多少の考察を加えて見たい。

本研究に当り種々御助言をいたゞいた大島泰雄教授に感謝の意を表する。

材料及び方法

実験は伊川津にある東大水産実験所の養魚池及びコンクリート池で行い，コイ，フナは附近の養魚池で飼育された親魚より採苗したもので，フナは所謂ギンブナである。ゲンゴロオブナは当時まだ当地方には移殖されていない。

実験結果

1. **両種稚魚の歩留，成長，大きさの変異の比較**．同一環境内に略同じ大きさの稚魚を同数だけ入れて飼育した場合に於ける歩留，成長その他を比較して見た。1946 年 6 月上旬に産卵のコイ，フナの卵より孵化したものを夫々一坪池で約半月飼育したものゝ中より夫々 130 尾宛よく揃ったものを取り上げその中 30 尾宛を固定して実験開始当時の大きさとし，残り 100 尾宛を同一の四坪池に入れて飼料として毎日蛹粉 1g 宛を与え，10 日後より 3g 宛に増して約一ケ月後全部を取り揚げ測定したのであるが結果は第 1 表の様である。

これによると先ず歩留りはコイが 73%，フナが 96% でフナの方がよく，成長もフナの方が好い。更に大きさの変異の度を見ると変異係数に於てコイはフナに対し体長，体重何れに於ても約 3 倍も大きい値を示して居り，判り易いように体重の頻度曲線を比較すると第 1 図のようである。このように同一環境内にあってもフナはコイに比してよく揃って成長する事が判る。

1955 年 4 月 28 日受理

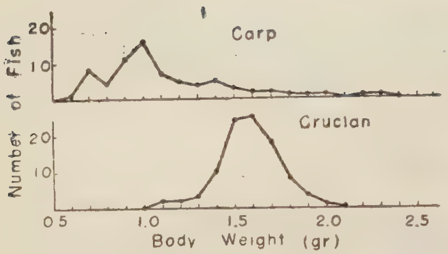


Fig. 1. Body weight frequency of the carp and the crucian carp reared in a small concrete pond. (Pond area 13.2m²)

Table 1. Growth of the fry of the carp and the crucian carp in small concrete pond.

		Carp	Crucian Carp
Initial body length		10.20mm	7.05mm
Survival (%)		73	96
Body length attained	*m*	31.19mm	33.44mm
	s	2.90 〃	1.11 〃
	c	9.31 %	3.32 %
Body weight attained	m	1.119gr	1.575gr
	s	0.360〃	0.165〃
	c	32.17 %	10.48 %

Pond area : 13.2 m². Rearing period : ca. a month. *m* : Mean. *s* : Standard deviation. *c* : Coefficient of variation.

2. 粗放的養魚池に於けるコイ，フナ当才魚の成長度の一例

1947 年6月6日孵化のフナ及び同月 10 日孵化のコイを 6, 7 号池（合計約 200 坪，互に連絡）及び夫々一部を1坪池に収容した。7月 12 日に1坪池のものを整理してフナを 380 尾，コイを 185 尾8号池（800 坪）に移した時の大きさはコイが平均 17.6mm, 0.18g，フナが 19.5mm, 0.22g でフナの方が大きく，一方 6, 7号池の魚は7月 15 日～23 日の間に四手網でとり合計 5210 尾を8号池に移したがその大きさはコイ 36.4mm，フナ 40.6mm でやはりフナが大きかつた。8号池には極めて僅かの半糠を投与したのみで殆ど無投餌に放置したが，1948 年 1 月 10 日同池を池替して取揚げた時コイ，フナの数は夫々 1807, 1713 尾で略同数が残留していたが，その大きさは第2表の様でこの結果も従来の常識と相反してコイよりフナの方がよく成長していた。

Table 2. Growth of the carp and the crucian carp in a pisci-culture pond in the first year.

		Carp	Crucian carp
Density of fish (in each 3.3m²)		2.26	2.14
No. of fish measured		377	408
Body length	*m*	8.894cm	9.272cm
	s	1.596 〃	1.158 〃
	c	17.94 %	12.49 %
Body weight (mean)		21.38gr	29.33gr

m : Mean. *s* : Standard deviation. *c* : Coefficient of variation.

3. 体長頻度曲線の歪度の比較

同時に生れた多数の稚魚を同じ池に飼つても或期間後にとりあげて体長，体重を測定してみるとコイの場合はその変異が大きく，特に少数ではあるがずばぬけて大きいものができる事はコイの「トビ」と云つてよく知られた事実でありこれについては既に 1, 2 の統計的な観察による報告がある。[3)9)10)] その体長或は体重についての頻度曲線は第2図のようになるのが典型的である。然るにフナの場合はこれに反して決して「トビ」が現われる事がなく，体長，体重の変異が非常に小さくて何れもよく揃つた大きさに成長するのである。今筆者の測定した 2,3 の例について体長の頻度曲線を描いて見ると第3図

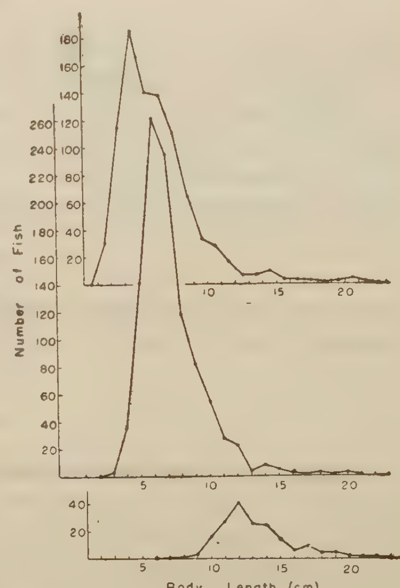


Fig. 2. An example of the body length frequency of the carp.
1. Ⅹ-29,'37. Fish. Exp. St. Shiga Pref. $Sk = +1.829$
2. Ⅱ-17,'44. Fish. Lab. Pond No. 6. $Sk = +1.759$
3. Ⅳ-6,'46. Fish. Lab. Pond No. 5. $Sk = +0.876$

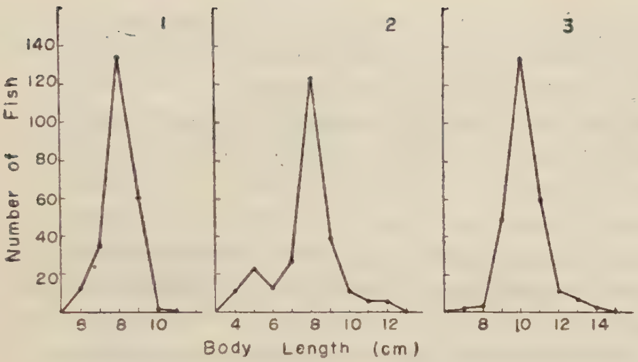


Fig. 3. An example of the body length frequency of the crucian carp.
1. Ⅻ-26, '46. Fish. Lab. pond No. 2. $Sk=-0.584$
2. Ⅻ-27, '45. 〃 pond No. 3. $Sk=-0.271$
3. Ⅻ-11, '45. Takahira's pond No. 2. $Sk=+0.698$ (Ikawazu, Aichi-pref.)

のようになる。この両者を比較すればコイとフナの群の成長の具合の相違が良く判るが，猶ここに頻度分布曲線の不相称の程度を現わす為に用いられる歪度(Skewness)$Sk=\frac{1}{\sigma^3}\cdot\frac{1}{N}\Sigma f_i(x_i-\bar{x})^3$を計算して示してあるがこれによつてもフナの場合はコイに比べて S_k がずつと小さくよく揃つた大きさに成長するものである事が判る。従来トビゴイの現われる原因については成長度に関し系統的に著しい差異のあるものが分離して現われるものであると言われているが[3]筆者は飼育条件特に餌料との関係によつても影響される所が多いのであろうと見て居り，特にコイにはトビが出るのにフナには現われないと言う差異は次項に於てのべるそれ等両種の間の食性の差異と言う事もこれに関係があるのではないかと考えているのであるが，これについては後にふれる事にする。

4. コイとフナの餌料の比較

コイの天然餌料については古くより多くの研究があり，沿岸性の小動物，昆虫幼虫等を主とする雑食性であると言われる[2)5)6,7)8)]。一方フナの食性に就いては研究は少いがやはりコイと略同様に雑食性であるが，近藤[1)]及び宮地[4)]はフナは特に小形のもの，プランクトン及び着生生物(Aufwuchs)をとるとのべている。

筆者は殆ど無投餌に放置されている養魚池の中でコイ，フナが実際に何をとつているかを見る為に毎月1回投網を用いてコイ，フナをとり計測後直ちに腹を開いて消化管を固定しその内容を検鏡したがその結果の一部を示すと第3表の様である。これによるとコイの主餌料はやはりユスリカ幼虫，各種昆虫幼虫より成つているのに対してフナのそれは有機質detritus，小型附着藻類等を混ぜたプランクトンの遺骸と思われるものより成つている。そしてコペポーダ，小型のミヂンコ(例えばChydorus)，Ostracoda等小型の甲殻類はコイもフナも共にとつているが小型のもの程のフナの方に多く見られる。

Table 3. Stomach contents of the carp and the crucian carp in a pisci-culture pond.

	Carp							Crucian carp						
Serial number of fish	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Chironomus spp.	+ cc		r +	r cc	+ r	r +	cc r	rr r	c	r	r	r		
Insect (Fragment)	+	c r					r r	r	r	r	r	r		
Snail		+ r												
Copepoda		+ r	r r	rr	r	r	r		r		r			r
Chydoridae	r r						r		r			rr		
Ostracoda												r		
Rotatoria				r		+		+ r	r	r r	r	r	r	
Hornwort(Fragment)	r	r r	cc r	cc r	+ c	c r	r r	r c	+ c	+	rr r	+		+
Planktonic green algae (decaying)								cc	cc	cc	cc +	c	cc	c
Filamentous algae (Conjugatae)									r r	r	r r	r	rr	
Plant fibre	c													
Detritus	+ r							+	+		cc	r	+	

Pond No. 8; Sept. Upper-Oct. Lower, '47.

要するにコイ，フナ共に雑食であるが，コイの方が比較的大型の動物を多くとり，フナは植物性のもの及び小型の動物，detritusを好んでとる。言わばフナの餌料の方がどこにも萬遍無く分布しているものであると言う事ができる。これは従来の研究者の中，近藤及び宮地ののべている所と最も近い結果であるが，それ等よりも一層フナの餌料が植物プランクトンの遺骸と思われるものが多いのはその池がよくアオコの繁殖している池であるからであろうと思われる。

兎に角この様にフナがコイよりも一層普遍

的に存在するものを利用できる事がフナの成長にむらがなく，良く揃つたものに成長し得る事の一つの原因となつているのではないかと考えられる。

5. 底棲動物，大型餌料動物を利用できない状態に於けるコイ，フナの成長比較

上記の様にフナの餌料はコイよりも小型の微小動物を主としている事が明らかであるが，その様なものしか得られないで大型動物或は底棲動物を利用する事が出来ない場合はフナは成長し得てもコイは良く成長し得ないであろうと言う予想の下に小実験を行つて見た。

体長 5.0cm のコイ，フナを5尾宛2組を作り，体長，体重を測定した後，1組（コイ，フナ各5尾）を池内（4号池）に浮べた目の細い魚籠（直径 60cm，深さ 25cm)に入れ，他の1組を室内の蓮甕(径 50cm 深さ 18cm）に池水を布で濾して入れた中に放つて両者共無投餌で放置した。カメの水は実験中一度も取換えず始めのまゝで放置した。12 日後に一度全部の魚の体重を測り，又同様に放置して1ケ月後に取り出して測定したがその体重の増減を最初の夫々の平均体重を 100 として計算して表示すると第4表の様になる。即ちこれを見ると室内のカメのものは両種とも日数の経過するにつれて体重も減少して行くがコイの方が甚しい。これに反して池中のカゴのものはコイは最初少し減少し途中より増加しているのに，フナは最初より増加して1ケ月後には 23％も増している。池水中のプランクトンは Microcystis を主としていたが，カゴ及びカメの中にガラスのスライドを約20日間沈めてそれに附着する着生生物を調べた結果によるとカメの方は輪虫 Brachionus sp, 及びツリガネムシ Vorticella spp. を 1cm² 当り夫々 61, 20 位，カゴの方はそれ等を夫々 800, 650 位も附着して居りその外にカゴの中のものは少量のユスリカ幼虫の附着も見られた。之をカゴの内側総面積にすれば相当の数に上るものと見られ，コイ，フナは恐らく之等を取つているものと考えられる。猶池内には Copepoda (Limnocalanus その他) 及び Neomysis も棲息しているのでカゴの目を通つて入り得る小型のものは或は幾分でも内部のコイ，フナの餌となつているのかも知れない。

Table 4. Body weight of the carp and the crucian carp reared without solid food.

Vessel	Basket suspended in a pisci-culture pond		Indoor China-ware jar	
Rearing period	12days	32days	12days	32days
Carp	96.0%	103.9%	96.4%	84.3%
Crucian carp	105.3%	123.0%	99.6%	92.4%

但し大体に於て所謂底棲動物や比較的大型の動物がなく，唯附着性の微小動物，藻類及びプランクトンしか利用できない様な場合には如何にフナの方が好い成長をするかはこの小実験で了解されよう。

要　　結

（1） 小さい池内で飼った場合はフナの稚魚はコイに比べて歩留りが良く，成長に不揃がなく，又大きさに於てもコイに勝る事がある。

（2） 更に疎放的養殖の場合，当才魚に関する限りではフナはコイよりもむしろ好い成長を示す例が少なくない。

（3） コイにはトビが出て成長が不揃いであるが，フナの場合は決してトビは出ずよくツブの揃つたものに成長する。

（4） この様なことの起る原因としてはコイとフナの食性上の相異，即ちコイはユスリカ幼虫その他の昆虫幼虫等比較的大型の動物を主とする雑食性であるのにフナはより微小な着生生物，藻類及び detritus 等を取つている点にあり，換言すればフナの利用できる餌料はコイのそれに比して一層普遍的にどこにでも存在すると云う事も大いに関係しているものと思われる。

（5） これは比較的大型の餌料動物の利用できない状態ではフナがコイよりも好い成長を示す実験結果によつても裏書される。

文　　献

1） 近藤康二："鯉科数種の天然餌料"，第 12 回全国湖沼河川養殖研究会要録 (1931).

2） LEHMAN, C. : " Untersuchungen an gesunder und kranker Karpfenbrut ", *Zeit. f. Fisch.* **14**, (1914).

3) 松井魁："コイの優良品種に関する品種 II. トビ鯉の形態的特徴について",第二水産講習所研究報告, **1**(1),(1949).

4) 宮地伝三郎："湖沼の評価",水産研究誌, **24** (11),(1929).

5) SACHSE, R. : "Zur Ernährung des Karpfens. I, II," *All. Fish., Zeit.*, **38**, **39**. (1913,'14).

6) SCHIEMENZ, P. : "Die Nahrung unserer gewöhnlicher Wildfische," *All. Fish. Zeit.*, **30**, (1905).

7) SMOLIAN, : "Über die Verwertung der naturlichen Nahrung der intensiv gefütterten Karpfen in Teichen", *Zeit. f. Fisch.*, **14**, (1914).

8) SUYEHIRO, Y. : "A Study on the Digestive System and Feeding Habits", *Jap. Journ. Zool.*, **10**(1). (1942).

9) 山田正二郎："小ゴイのトビについて", 養殖会誌, **8** (1), (1938).

10) 吉田実習所："小鯉のトビについての一例", 養殖会誌, **6** (9), (1936).

瀬戸内海におけるイワシの漁況について—II.
漁獲高の自然環境に対する相関及び漁況の予報

土 井 長 之
(東海区水産研究所)

On the Fisheries of "Iwasi" (Sardine, Anchovy and Round Herring) in the Inland Sea—II.

Relationships of Yield to Environments and Prediction of Fluctuations of Fisheries.

Takeyuki Doi

Fisheries of "iwasi" in the Inland Sea have been, in the previous report, classified into three types by analysing secular variations of yield as problems of time series and corelogram. In this report, the writer treats fluctuations of catch in each type with relations to factors of environments——oceanographical and meteorological conditions.

Patterns of annual variations of sea water temperature and specific gravity at several stations may be characterized by parameters of the patterns, as shown in Tables 1, 2, 3 and 4. In Tables 5 and 6, are shown coefficients of correlation between fluctuations of catch in each type and factors of environments.

And moreover, problems of predictions have been discussed in the point of view of interpolation by correlation diagram and extrapolation by corelogram. Fig. 1 shows the correlation diagr m between x, fluctuations of catch in type 1, and parameters b, coefficient of linear regression of specific gravity obtained at Kasaoka every two years before the period under consideration. Because of this relation, values of x are possible to be estimated from value of b two years before by means of interpolation.

In Figs. 2, 3 and 4, full and dotted lines, show secular variations of actual catch and calculated values by means of extrapolation from corelogram of time series, respectively. Shaded parts indicate confidence intervals of about 70 %.

Above-mentioned relationships have been discussed only in static and apparent states of phenomena. However, dynamical treatments of relationships between parameters of aquatic resources, as well as research upon cause of discrepancies between actual and predicted values of catch, are important subjects which will be studied in future.

緒 論

瀬戸内海に面する各府県のイワシの漁獲高の永年変化を分析して，その変動には三種の型のあることを先に第1報[1]において報告した。これらの型に分けられた漁況の変動と，海況や気象要因との相関，ならびに漁況の予報等の問題についてこゝで考えてみたい。尚海況については海洋時報，海洋調査要報及び旧農林省水産試験場笠岡分場の測定記録より，気象については岡山測候所と笠岡分場の観測記録より資料を求めた。

この研究を行うにあたり，旧笠岡分場の浅野波子，高森茂樹及び東海区水産研究所の野島休五の各氏に数値計算及び図表作成の労をわずらわしたことを感謝する。

水 温 及 び 塩 分

海洋調査要報及び海洋時報から，瀬戸内海に関連を持つ観測地点として潮岬，内海，明石，笠岡，屋島，

1955 年 5 月 16 日受理（印刷費負担） 東海区水産研究所業績 B 第 209 号

沖島等が選び出されるが，漁況との相関を求めるには長期間の連続観測が必要であり，この観点よりこゝでは主として笠岡，潮岬及び屋島の資料を用いた。

漁況と海況の相関をしらべるのに，各地点の月々の観測値のみでなく，海況の周年変化の pattern（pattern を構成する諸要素自身の固有値でなく，その要素の並び方）とも比較すれば一層有効であろうと思われるので，水温 T°C については，

$$T=T_0+C\sin\frac{2\pi}{12}(t+\alpha)$$

T： 月平均水温　　　　t： 時間，（単位月）

と分解して，年変化の模様を parameter T_0，C 及び α であらわした。こゝに T_0 は年平均水温，C は水温変化の巾，α は時間的位相のずれであつて，$t=-\alpha$ 及び $6-\alpha$ で平均水温 T_0 を，$t=3-\alpha$ で最高水温 T_0+C を，$t=9-\alpha$ で最低水温 T_0-C の値を得る。又魚体の発育や稚魚発生に関係があるかとも思われるので，水温が 20°C 以上の期間を I_{20} として求めた。第1表，第2表及び第3表に屋島，潮岬及び笠岡の水温変化の parameter の計算結果を示す。

Table 1. Analysing of sea water temperature at Yasima into parameters. △

Period	Parameter			
	T_0	C	α	I_{20}
1934	16.4	7.3	0.34	3.9
1935	17.0	6.4	0.21	4.1
1936	15.9	7.4	0.13	3.6
1937	17.4	6.2	0.24	4.3
1938	16.0	7.0	0.55	3.6
1939	16.5	7.6	0.29	4.3
1940	16.6	6.9	0.29	4.1
1941	17.1	6.1	0.32	4.1
1942	16.9	7.2	0.33	4.1

△ The values were obtained by

$$T=T_0+C\sin\frac{2\pi}{12}(t+\alpha)$$

where T : monthly average temperature
T_0 : annual average temperature
C : amplitude of temperature
t : time (in unit of month)
α : time lag
I_{20} : interval during which temperature is higher than 20°C in the year

Table 2. Analysing of sea water temperature at Sionomisaki into parameters.

Period	Parameter			
	T_0	C	α	I_{20}
1930	19.7	7.1	1.28	5.7
1931	20.4	6.4	0.90	6.5
1932	20.7	4.8	0.81	6.2
1933	21.3	5.7	1.06	6.7
1934	19.3	5.3	0.94	5.0
1935	19.8	5.5	0.94	6.1
1936	19.5	5.7	0.54	5.6
1937	20.1	5.7	1.07	5.7
1938	19.0	6.1	1.02	5.0
1939	19.2	6.4	0.85	5.9
1940	18.7	6.7	0.67	5.4
1941	19.8	5.8	0.80	5.7
1942	20.1	6.2	1.10	5.6

See footnote of Table 1 for calculation.

Table 3. Analysing of sea water temperature.

Period	Parameter			
	T_0	C	α	I_{20}
1938	16.6	10.7	1.30	4.7
1939	16.9	11.3	1.22	4.7
1940	17.1	11.3	1.23	5.0
1941	16.8	9.6	1.28	4.7
1942	16.8	11.2	1.32	4.4
1943	16.5	10.9	1.20	4.6
1944	17.0	11.5	1.30	4.8
1945	16.5	11.5	1.27	4.9
1946	17.1	11.0	1.21	4.8
1947	16.5	11.1	1.23	4.3
1948	17.5	10.7	1.16	4.8

See footnote of Table 1 for calculation.

塩分は水温のようなきれいな変化を示さないが，比重 σ について，

$$\sigma=a+bt$$

σ： 月平均比重

の1次回帰式をあてはめた。この式で papameter は a 及び b であるが，更に b の有意性[2] 及び1次回帰直線よりの偏差 d も考慮した。こゝに

$$\Delta=\sum_{t=1}^{12}\left(\sigma_t-a-bt\right)^2$$

とすれば，

$$d=\sqrt{\frac{\Delta}{10}}$$

である。笠岡の比重について parameter の計算結果を第4表に示す。

Table 4. Analysing of sea water specific gravity at Kasaoka into parameters. ×

Period	Parameter a	b	d
1937	23.35	−0.127*	0.53
1938	23.50	−0.214*	1.13
1939	22.76	0.143**	0.17
1940	24.93	−0.125**	0.37
1941	24.47	−0.330**	0.64
1942	22.50	−0.044	0.60
1943	23.81	−0.079	0.65
1944	24.42	−0.096	0.58
1945	24.97	−0.356*	1.39
1946	22.64	0.081	0.67
1947	23.74	0.066*	0.32
1948	25.02	−0.106**	0.27

× The values are obtained by

$$\sigma = a + bt$$

where σ : monthly average specific gravity
a : coefficient of 0-th regression
b : coefficient of linear regression
t : time (in unit of month)

* significant at 5 %
** significant at 1 %

第1型（大阪・岡山・広島・香川・徳島）と環境要因との相関

第1報におけると同じ記号を採用して，大阪・岡山・広島・香川・徳島各府県の属する第1型の定常確率変数 x と，海況及び気象要因との相関を求め，そのうち比較的相関係数が大きくて，相関がないと推定するには，危険率が伴うものを選び出すと第5表の如くになる。尚，年数（標本の大きさ）及び信頼度 90 %の信頼限界[3]も並記した。

第3型（愛媛）と環境要因との相関

前節におけると同様にして，愛媛県によつてあらわされる第3型の定常確率変数 x と，海況及び気象要因との相関は第6表の如くになる。

尚，和歌山・兵庫・山口及び大分の各県の属する第2型は，外海のマイワシが多分に含まれているので，瀬戸内海の環境要因との相関を求めても無意味である故計算しなかつた。

Table 5. Correlations of fluctuation x of type 1 to environments.

	Station	Factor	Coefficient of correlation	Size	Confidence interval (Significant at 10 %)
Sea water temperature	Kasaoka	α (of the year)	0.73	7	0.15～0.93
	Kasaoka	I_{20} (A year before)	0.86	6	0.33～0.96
	Yasima	C (of the year)	0.79	9	0.35～0.93
Sea water specific gravity	Kasaoka	σ, December (of the year)	−0.87	8	-0.52～-0.95
		σ, January (A year before)	0.93	7	0.75～0.97
		σ, November (Two years before)	0.96	6	0.75～0.98
		σ, December (Two years before)	0.95	6	0.68～0.98
		b (Two years before)	0.93	6	0.60～0.97
Rainfall	Kasaoka	April (of the year)	−0.88	5	-0.24～-0.96
	Kasaoka	December (of the year)	0.95	4	0.28～0.99
	Okayama	November (A year before)	0.55	15	0.14～0.78
	Okayama	September (of the year)	−0.53	16	-0.08～-0.76

See footnotes of Tables 1 and 4 for notations.

Table 6 Correlations of fluctuation x of type 3 to environments.

	Station	Factor	Coefficient of correlation	Size	Confidence interval (Significant at 10 %)
Sea water temperature	Yasima	C (of the year)	0.68	9	0.15〜0.89
	Yasima	C (A year before)	−0.62	9	−0.05〜−0.86
	Siono-misaki	α (of the year)	0.59	13	0.16〜0.80
Sea water specific gravity	Kasaoka	σ, July (of the year)	−0.83	7	−0.33〜−0.95
		σ, August (of the year)	−0.75	7	−0.15〜−0.92
		σ, October (of the year)	−0.86	7	−0.40〜−0.95
		σ, November (of the year)	−0.84	7	−0.36〜−0.95
		σ, December (of the year)	−0.77	7	−0.18〜−0.92
		σ, January (A year before)	−0.67	8	−0.06〜−0.88
		d (Deviation from regression line)	0.86	7	0.43〜0.96
Rain-fall	Kasaoka	August (of the year)	−0.92	6	−0.55〜−0.96

See footnotes of Tables 1 and 4 for notations.

漁況の予報

漁獲高変動の様相が第1報においては時系列とみなした場合の自己相関として，更に本報告では自然環境要因との相関として把握されたので，次に漁況の予報について考えてみたい。

A： 自然環境要因との相関によつて行う。

例えば第1型の漁獲変動と，2年前の笠岡の比重の年変化の parameter b とは，かなり大きな相関係数 0.93 があるので，b の大きい年(即ち春より秋の方が比重が大）があればそれから2年後には豊漁が期待される。逆に b の負の年（即ち春の方が秋より比重が大）があれば，それから2年後は不漁の年である。第1図にこの関係を図示する。

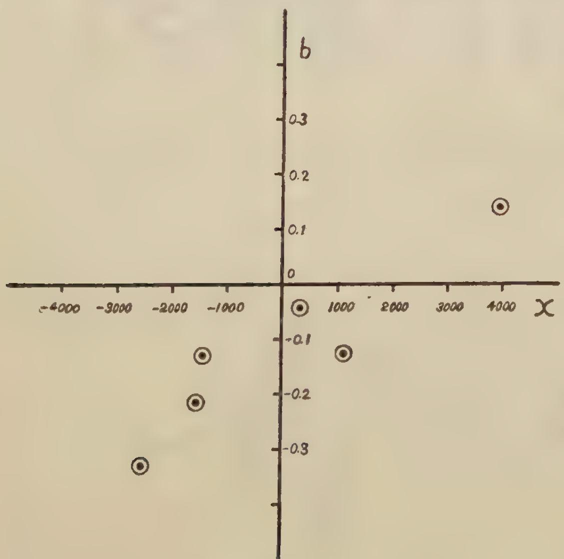


Fig. 1. Correlation diagram between x, fluctuation of catch in type 1, and b, coefficent of linear regression of specific gravity at Kasaoka two years before.

B 自己相関係数によつて行う。

漁獲変動を支配する法則が分らない場合に，それを時系列と考えて，統計的に自己相関係数を用いて外挿[4]を行う方法であつて，漁獲の相対的豊凶は予想されるであろう。但しこれが有効である為には，漁業の条件や漁獲統計の一貫性がなければならない。t 年より k 年後の予報値 x_{t+k} は，

$$x_{t+k}=a_k x_t-a_{k+1}x_{t-1}-\cdots\cdots-a_h x_{t-h+k}$$

によつてあたえられ，その誤差が

$$\pm\varepsilon\sqrt{(1+b_1^2+b_2^2+\cdots\cdots+b^2_{k-1})\Delta s^2}$$

である確率は，

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\varepsilon}^{\varepsilon}e^{-\frac{x^2}{2}}dx$$

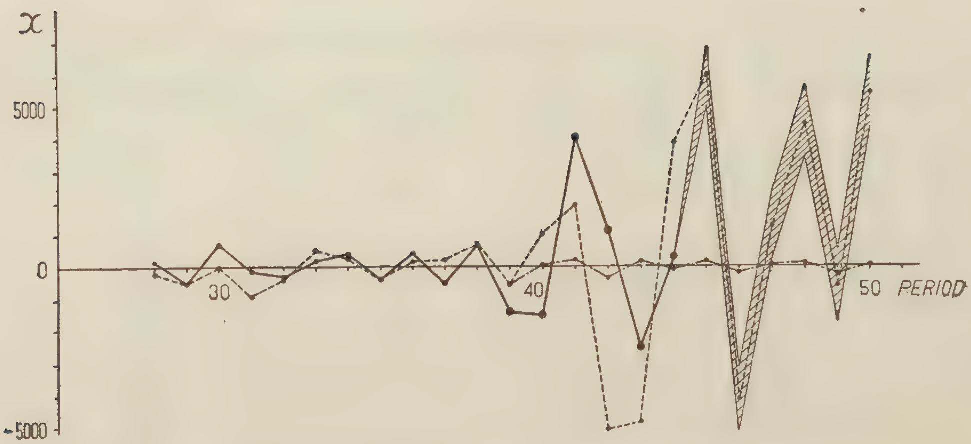


Fig. 2. Comparison between actual and predicted catch in type 1. Full line : actual fluctuations. Dotted line : extrapolated values by corelogram.

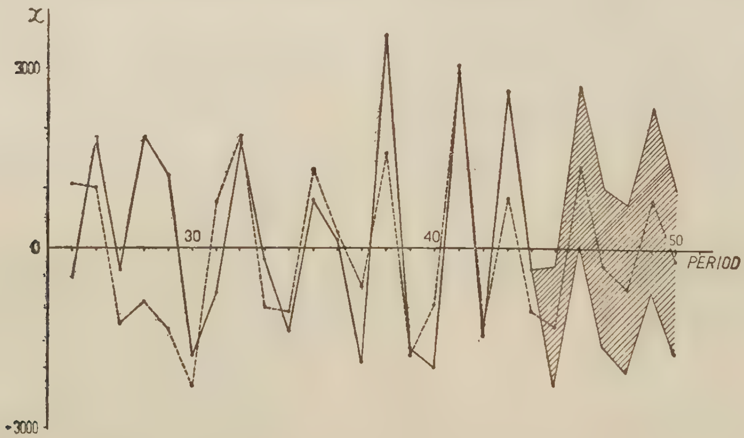


Fig. 3. Comparison between actual and predicted catch in type 2. See footnote of Fig. 2 for legend.

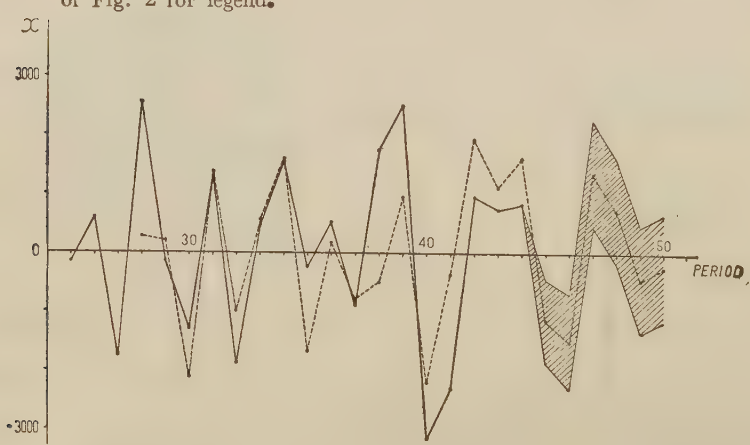


Fig. 4. Comarison between actual and predicted catch in type 3. See footnote of Fig. 2 for legend.

で求められる。但し a_k, b_k, 及び Δ は、第1報で計算した自己相関係数 r_k と h（自己相関係数を考慮した年数）より計算され，s^2 は x の変動（variance）である。第2図，第3図及び第4図に第1型，第2型及び第3型に外挿の結果を示す。実線は漁獲変動 x であり，点線は外挿値（予報値）をあらわす。斜線の部分は誤差範囲であつて，$\varepsilon=1$ の場合である。即ちこの場合には，予報値が斜線の範囲内におちる確率は約 70%である。

尚，第2図の破線は 1941 年以降を除いての計算である。

む す び

本報告にて取扱つた相関は，所謂単純相関である。正確に論ずるならば，要因が色々あるのだから，重相関等を用いて分析すべきであろうが，その為にはそれに適した，しかも長期間の資料を必要とする。この報告で論じた単純相関のみを取扱つても，要因については殆んどが 10 年未満の期間の資料であるから，その信頼度はかなり低いものがある。漁況を予知する場合にも，この点に注意を払わねばならぬ。

更に資源調査の本質から言えば，見かけの相関々係をしらべるのが目的ではなくて，こゝで求めた漁況と海況及び気象との相関が何によつておこるか，と言う動的な法則を見出すべきである。それには生物学的な資源調査が必要であるから，この報告でしらべた資料のみでは論ずることは出来ない。本報告では，事象を static にとらえてその記述のみに終つたが，資源の状態を dynamic にとく手がゝりともなれば幸いである。

この研究は 1949 年に行つたものである。その後の漁獲統計も，推定方法や漁獲の様相が色々変つたけれども，発表されているので，時系列相関係数による外挿と比較することは可能である。そしてどの程度に合致するか，予報値との差異は何によつておこつたのか等は興味ある課題であり，将来の検討を要する。以上の諸問題については今後の調査研究に待ちたい。

文 献

1) 土井長之： 本誌，**16**，132～136 (1950).

2) 増山元三郎： “小数例のまとめ方”，2版，河出，東京，(1954)，pp. 104～107.

3) 統計科学研究会： “統計数値表 I”，2版，河出，東京，(1943)，pp. 130～133.

4) 日本応用力学会： “応用統計学”，克誠堂，東京，(1949)，pp. 702～744.

投石によるテングサの増殖効果に関して

加　藤　　孝
（徳島県水産試験場）

On the Effect of Stone and Concrete Collecters on the propagation of the Agar-agar Seaweed, *Gelidium*.

Takashi KATO

Sand stones, and pyramidal and prismatic concrete blocks were set as the cellecters of *Gelidium* in the sea off the coast of Tokushima pref. in July, September and November, 1953.

Some of the collecters were recovered by divers for exammination on June 1, 1954. and the weight of *Gelidium* growing on each collecter was recorded. The data was analized statistically with the following results.

1) The weight of attaching *Gelidium* did not differ significantly on the stone and the collecters.

2) *Gelidium* was found attaching on the collecters set in the three different months. Attachment was richest on the collecters set in July, and poorest on those set in November.

3) *Gelidium* attached on collecters far more abundantly on the shore facing the west and south than on the shore facing other directions.

4) Selecting suitable sites, therefore, is most important in propagating *Gelidium* by setting collecters.

緒　　言

外海の浅海増殖開発に於ける投石事業において、適確に効果のある方法の樹立は是非必要である。

筆者は投石の結果を判定する条件として，時期，場所，投石材の三要因を取揚げ，一定期間に施設し調査を行い，定量的に資料を求め，その結果について検討したので，こゝに報告する。

本報文に対し，種々御指導を賜った南海区水研横田滝雄技官，御助言を賜った東海区水研須藤俊造博士及び御校閲を賜った内海区水研安田治三郎博士，並に調査に協力して頂いた本場増殖部職員と牟岐町海士会員に対し夫々感謝の意を表する。

施　　設

本研究に対する施設は、テングサの増殖を目的として，海部郡牟岐町地先海面に投石したもので、時期は1953年7月，9月，11月の3回。投石材として割石，三角柱と三角錐の人造石の3種、場所は水落（陸側），大島（北側）、津島（南側），出羽島（西側）の4地点（第1図）である。投石材の規格は第1表に示した。

Table 1. Specification of the collecters.

Item \ Kinds of collecter	Stone	Triangular pyramid	Triangular prism
Qualities	Sand stone	Concrete block	Concrete block
Size (cm.)	(Irregular)	79×79×79	Base: 42.2×42.2×42.2 Height: 76
Area of surface (cm².)		7971	7971
Weight (kg.)	150	131	126

1955年1月18日受理

施設には各地点の投入日時の差を少なくする様心掛けた。投石後は潜水して石を配列し，石の重なるのを防いだ。尚今回実施の投石には，人工胞子付や親藻の巻付等は一切行わなかった。割石と人造石の投入数並に投入時の海況は第２表に示した。

Table 2. Description of the stations.

Date of setting	Collecters \ Station	Mizuochi Number	Mizuochi Depth	Mizuochi Water Temp.*	Oshima Number	Oshima Depth	Oshima Water Temp.*	Tsushima Number	Tsushima Depth	Tsushima Water Temp.*	Tebashima Number	Tebashima Depth	Tebashima Water Temp.*
1953 Ⅶ6～10	Stone	100	15	24.2	100	15	24.0 24.3	50	5	—	50	5	23.6
Ⅺ4～6	Stone	150	11	26.5	100	12	26.8	75	5	27.0	75	4	27.2
	Triangular pyramid	12	9	26.9	13	11	27.2	12	4	26.8	13	4	26.8
	Triangular prism	13	9	26.9	12	11	27.2	13	4	26.8	12	4	26.8
Ⅺ29～30	Stone	130	5	20.8	120	7	21.8	68	5	22.2	180	5	17.8

* Measured when the collecters were set.

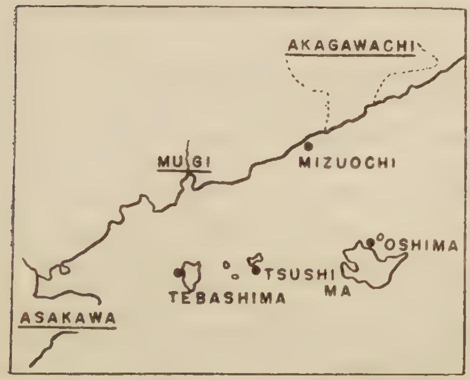


Fig. 1. Stations where the collecters were set.

調　査　方　法

本調査は一定時期に投石材の一部* を引揚げ，投石材に附着するテングサ類（マクサ *Gelidium Amansii* Lamx. ヒラクサ *Gelidium subcostatum* Okam.）の総採集量を求め，二元分類法により解析する方法を採用した。即ち構造式 $xij=a+ri+cj+2\triangle ij$ により時期と場所，及び場所と投石材との二事項について行つた。尚採集量は 1954 年６月１日に一齊に潜水し，各投入時期，場所，投石材別に夫々４個を選び，船上に引揚げてテングサ類を採集し，生にて秤量したものである。投石によるテングサ附着の要因は，前述３要因以外に漁場の水深，陸地よりの距離，潮流，底質，塩分等あるが，之等を同時に検討すると煩雑になるので，今回は全部無視した。

結　　果

（ａ） 割石の投石時期と場所によるテングサ附着量の差異。

７月，９月，11 月に投入した場所別の採集量は，第３表の通りである。

Table 3. Amount of *Gelidium* grown on the collecters (in grams).

Month \ Station	Mizuochi	Oshima	Tsushima	Tebashima	Total	Ratio
Ⅶ	148	190	483	277	1,098	62.2
Ⅸ	7	71	210	361	649	36.8
Ⅺ	2	0	18	0	20	1.0
Total	157	261	711	638	1,767	
Ratio	8.9	14.8	40.2	36.1		

Note : Sum for four collecters.

* 各ブロックより４個を選んだ。この抽出法は投石材の内，附着良好の部より１個，不良の部より１個，平均附着のものより２個計４個を抽出したもので，任意抽出ではない。

この表に示す如く，時期別では７月のものが最も良く，総量の 62 %，９月は７月よりも劣り７月の 59 %にすぎない。尚 11 月は総量の１%で，中には採集量皆無の地点もあつた。併しこの月のものは伸長が短かく、採集時期として適切でない為に量は少ないが附着数は劣つていなかつた。次に場所別では津島や出羽島の如き暖流系に直接ふれる地点が良好で、水落や大島の北側の如き暖流系の影響の少ない地点が悪い。

次に第３表から投入時期別，場所別の二元分類法により解析した結果，第４表を得た。即ちこの表から割石の投石では時期的に差が認められたが，場所別には差が認められなかつた。

Table 4. Analysis of variance of the amount of *Gelidium* grown on the collecters set at different seasons and stations.

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean squares	Remarks
Station	74,920.92	4 − 1	24,973.64	$F_0 < F$ $(\alpha = 0.05)$
Month	146,610.50	3 − 1	73,305.25 *	$F_0 > F$ $(a = 0.05)$
Interaction	66,138.90	(3−1) (4−1)	11,023.15	

（ｂ） ９月投入の場所と投石材別によるテングサ附着量の差異。

次に９月実施した割石、三角柱，三角錐の場所別の採集量は第５表の通りである。即ち投石材別では差が少ない。この内最も良い附着材は割石と三角柱で，三角錐はやゝ劣る。しかし場所別では差が大きく，暖流を直接受ける津島と出羽島は良く，陸側の水落と大島の北側は少ない。尚この傾向は前項の時期別の割石投石結果と一致する。

Table 5. Amount of *Gelidium* grown on the collecters set in September.

Collecter \ Station	Mizuochi	Oshima	Tsushima	Tebashima	Total	Ratio
Stone	7	71	210	361	649	35.5
Triangular concrete pyramid	6	14	418	80	518	28.4
Triangular concrete prism	2	55	513	80	659	36.1
Total	16	140	1,141	529	1,826	
Ratio	0.8	7.7	62.4	29.0		

次に前項同様第５表から場所別，投石材別の二元分類法により解析し，更に F 検定を行つた処，場所別には差が認められる（$F_0 > F$ $(a = 0.05)$）が，投石材別には差が認められなかつた。（$F_0 < F$ $(a = 0.05)$）。

考　　察

今回の調査は投石実施後二年目当初のものであり，しかもテングサの採集量のみを対象にしたもので，本投石によつて今後如何に採集量が増すか，又どの様に附着面積（又は附着数）を増してゆくかは，特に注目すべき重要事項であるが，現在は未だ触れる迄には達していない。又投石材に附着した他の雑藻との関係，並にテングサの伸長度についても触れなかつた。しかしながら投石事業は結論として，増殖対象生物の附着量の増加を目的とするものであるから，採集時期に附着量が僅かであることは，その収獲期に対して効果が認められないものと判定してよいのではなかろうか。即ち今回の調査結果に於いて，６月初旬のテングサ採集盛期に 11 月投石材の如き附着量の悪いことは，投石の時期が不適と一応は判定してもよいと考えられる。(11 月投石材の最終効果は今後の調査に俟ち決定したい)。

次に投石材に就いては調査結果より特に選択する必要がないと考えられ，高価な人造石よりも割石で充分目的が達せられると思う。即ち投石事業に対して最も重要な事項は，投石材の選択でなく投石場の選定にある。これにはテングサの増殖場として必要なる条件の究明が第一に必要であろう。

要　　約

1953 年７月，９月，11 月の３期に亘り，徳島県海部郡牟岐町地先のテングサ漁場に，割石と三角柱，三

角錐の人造石を投入し，1954 年 6 月潜水により引揚げ，テングサ類の附着量について調べた処，次の結果を得た。

1) テングサの附着量は砂岩割石とコンクリート人造石で附着の差が認められない。

2) テングサの附着は，7 月，9 月，11 月共に行われるが，7 月は成績良く，11 月は悪く第 1 年目としては思わしくない。

3) テングサ附着の場所別の差は大きく，一般に西側南側の漁場が良く，反対側は悪い。

4) 投石には場所の選定が特に必要である。従って今後は場所の好適条件の究明に努めねばならない。

参　考　文　献

1) 水産庁：　外海面に於ける浅海改良事業効果判定試験要綱（1953).

2) 南海区水研沿岸資源部：　浅海増殖事業効果確認調査方式（1953).

3) 三重水試：　根付資源増殖の為の新しい試み（1953).

4) 増山元三郎：　推計学への道　　東大出版部（1951).

Notes on Animals Attached to the Shells of the Silver-Lip Pearl Oyster, *Pinctada maxima* (JAMESON), Collected from the "East" Fishing Ground of the Arafura Sea

Yoshio TAKEMURA and Takashi OKUTANI
(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

I. Introduction

It is well known that an area extending from the northern coast of Australia to Thursday Island and the Arua Islands is an important fishing ground for the silver-lip pearl oyster, *Pinctada maxima* (JAMESON).

After a long suspension of the pearl oyster collection in the Arafura Sea by Japanese divers since 1941 on account of World War II, 25 collecting boats (50 gross tons) from Japan were permitted, for the first time after the war, to operate in those waters in 1953. The waters opened to Japanese divers were limited to a certain area as described later with the amount of catch not to exceed over 957 metric tons as agreed upon between the Australian and Japanese Governments. During the 1953 and 1954 fishing seasons various kinds of investigations were conducted in regard to biological research of the silver-lip pearl oyster and its fishing ground for the purpose of conservation of the resource.

The main fishing ground for these two successive expeditions consisted of the so-called "East" and "West" fishing ground, the bottom character of which are different from each other. Before drawing a conclusion as to the merit of these fishing grounds, however, a question about what ecological relationships there are between the pearl oyster and its environment has to be solved, the subject which would warrant necessity of investigating the fauna in the area in addition to biological studies of the shell itself and oceanographical observations of the fishing grounds.

Prepared from this point of view, the present report deals with general observation of the animals attached to the shells of the pearl oyster collected from the "East" fishing ground with special references to the benthonic fauna of that area. A greater part of the materials used for the study was made available to the senior author (Y. T.) who participated in research activities on board a fisheries inspection vessel of the Fisheries Agency during the 1954 season from June 8 to July 31, and the rest was afforded by the courtsey of Messrs. Kawana and Yamane from their collections in the 1953 season.

1955 年 5 月 23 日受理（印刷費負担）
Contribution B No. 204, from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

Before proceeding further we wish to express our hearty thanks to Professors Uchinomi and Tokioka, Seto Marine Biological Laboratory, and Professor Takahashi, Tokyo College of Economic Science, for identification of the specimens. And we are also indebted to Mr. Kawana, chief of the Aquiculture Division of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, for his constant guidances, and to the crews of the inspection vessel and collecting boats for their cooperation in collecting materials on the field. In addition, we owed thanks to Mr. Ishida of the Laboratory for his help in preparing the manuscript in English.

II. The "East" Fishing Ground

Discovered by a Japanese collecting boat in October 1936, the "East" fishing ground expands over Northern Territory, subarea Nos. 18, 19, 20, 21 and 22 (fig 1).

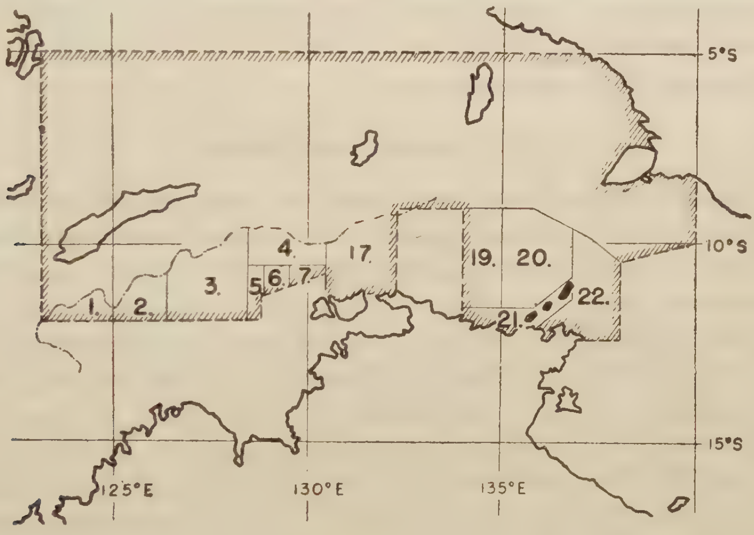


Fig. 1. Fishing ground of silver-lip pearl oyster in the Arafura Sea. Numerals show the numbers of Australian subarea. The area enclosed by dotted line was permitted for Japanese collecting boats in the 1954 fishing season.

However, the area permitted for the postwar expeditions from Japan by the temporary agreement with the Australian Government did not cover all of them and was very limited in scope. General localities of the waters operated in 1954 may be divided into three sections in the main : A comparatively wide area bounded by latitudes 11°30′ to 40′S, longitudes 134°10′ to 40′E, locating near to Boucaut Bay (Nos. 19—21) ; offing area centering around 11°10′S, 134°30′E (No. 19) ; and area to southeast of the Wessel Islands (No. 22). Coastal waters within 10 miles offshore were excluded from these area and not permitted to operate. The offing area (19) is a very narrow bed called "*Fuji-gata*" Bank, and does not seem to maintain a resource of the pearl oyster sufficient for the commercial operation. And this place much differs from the coastal ground in bottom character and fauna. The subarea

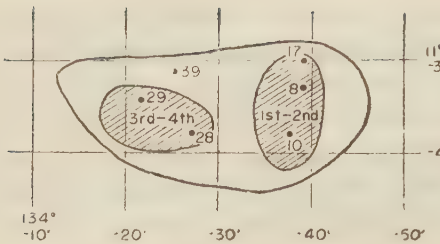


Fig. 2. Important areas of the "East" fishing ground during lst-4 th Tides * and stations where the quantitative observations of attaching animals were carried out.

* See foot note

No. 22 locating southeast of the Wessel Islands resembles the "West" fishing ground in those points. The "East" fishing ground, which, in a strict sense used in this report, refers to the coastal area described first, is more expansive than the other two, with the depths ranging 25 to 40 meters and flat bottom characterized by sandy mud mixing with gravels and shells. Nearly one half of the amount of shells collected in 1954 yielded from this fishing ground. Particularly the operation in the 1954 fishing season was concentrated around an area of latitudes 11°30′—40′S, and longitudes 134°35′—40′E, during the interval of the first and second Tides* from June 8 to July 2 ; then 11°33′—40′S, 134°18′—30′E, between the third to fourth Tides, 8 to 31 of July (fig. 2). A boat-day collection averaged about 600 kilograms.

III. Material and Method

As a dominant form of benthonic animals and those attaching to shells would vary from place to place in the same general area, Japanese divers made it their practice to remember a paticular fishing ground by means of the name adopted from their impression of that dominant animal. Arbitrarily chosen the name may be, it served for the pearl divers to distinguish one place from others in their evaluation of the fishing ground. Taking such a practice into consideration, the effort has been made to examine comparatively large-sized organisms that would possively serve as indicators of the fishing grounds. It is hoped that identification of these animals by commonly accepted scientific names would facilitate further studies of workers interested in the pearl oyster collection. Although the materials were collected from the surface of the pearl oyster immediately after they were brought on board and taken out of a net-basket, detailed recording was not allowed because the observation and sampling of materials were performed on the undulating sea. When the pearl oysters were brought up on the deck of collecting boats, attached animals were stripped off the surface of the shells with a hatchet, the way used for cleaning the shell for market. After measuring samples of the shells in height, length and weight, specimens of attached aminals were counted, and preserved in a fixing fluid for examination. The number of the attached animals was counted in accordance not with every host shell but with a certain amount of the shells piled up on the deck. Such being the case, minute and fragile organisms like Bryozoa, small-sized bivalves, and acorn barnacles were

* It becomes difficult to continue the diving work when the tidal current runs faster. Especially in the "East" fishing ground the range of visibility was much decreased on sush an occasion due to the muddy bottom character, so that the operation had to be suspended for a period. That period of intervals are called the lst, 2 nd……"Tides" (*Shio*) in the occurring order.

very often obliged to be omitted from the record. Different species which could not be classified exactly on the field were included in the same group.

VI. Results and Discussion

Depths and bottom characters of the stations are shown in Table 1. The bottom

Table 1. Bearings, Depth and Bottom Character by Station.

St. No.	Bearings	Date	Depth (m)	Bottom characters by mesh of sieves (Weight %)* 1	2	3	4	5	6
8	11°33′ S 134°39′ E	Ⅵ—14	28	—	—	—	—	—	—
10	11°38′ S 134°37′ E	Ⅵ—16	28	6.5	16.1	40.5	30.5	5.4	1.0
13	11°35.2′ S 134°32′ E	Ⅵ—23	30	4.1	17.0	34.9	30.7	10.6	2.7
17	11°30′ S 134°39′ E	Ⅵ—27	34	4.2	13.9	30.7	42.1	7.0	2.1
28	11°38′ S 134°23′ E	Ⅶ—13	31	0.7	13.0	22.3	46.0	15.0	3.0
29	11°34.5′ S 134°21.5′ E	Ⅶ—14	32	7.2	15.1	37.8	32.5	5.8	1.6
39	11°31.3′ S 134°25′ E	Ⅶ—29	34	9.1	10.1	28.3	41.4	9.5	1.6

* Collected by a Marukawa's bottom sampler. 1–6 shows the size class of sample sifted with the sieves of certain meshes *i.e.* 1 : larger than 3.00 mm, 2 : 3.00–1.00 mm, 3 : 1.00–0.50 mm, 4 : 0.50–0.20 mm, 5 : 0.20–0.05 mm, 6 : smaller than 0.05 mm

character of the fishing ground is, as mentioned above, sandy mud mixing with gravels and shells of mollusks and other animals and much different in fauna both from the coral "West" and from the area of "*Fuji-gata*" Bank. The muddy bottom and scarcity of suitable holds, except the shell for attaching animals**, should explain the reason why the pearl oyster collected from the "East" fishing ground bears more organisms than that of the "West" (subarea Nos. 4—7). This was particularly in case with young silver-lip pearl shells and other relative species. Though there were considerably large-sized animals attached on the shell, organisms that had damaged the surface of the shell were not many. Consequently the shells of the "East" were less fouled than those of the "West". The reason is assumed that the animals which would damage the surface of the shell scarecely live in such a muddy bottom as they are likely supplied from coral reef. The measurement of the host pearl oysters is shown in Table 2. There were seen very few organisms attached on the surface of young shell in the minimum size (16.5 cm. in height) or those (11.0—17.0 cm.) taken

** The animals attaching to the pearl oyster mentioned in this report include two types of group. One group attach with the valves or base so tightly on the shell that once attached they can no longer move by themselves. They are some bivalves belonging to genera ***Ostrea***, ***Spondylus***, ***Chama*** and cirripeds etc. Another group is some species of bivalves like ***Arca***, ***Chlamys*** etc. that attach with byssus. Other organisms which are not considered as attaching animals are sea-cucumbers and brittle-stars attaching with tube-feet and some animals that make their habitat between or inside of the sponges, sea-squirts and other settled organisms.

Table 2. Number of Animals Attached on Pearl Shell by Station.

Class (Order)	Species	St. No. 8	10	13	17	28	29	39	Remarks
	Nr. ind.	30	36	100	20	43	20	118	
	a. s. h.	20.8	21.5	20.1	22.1	20.5	20.8	20.8	
Tunicata (Ascidiacea)	*Microcosmus helleri*	50(13)	27(15)	59(35)	7	30	12	98	*Polycarpa longiformis* 1 ind. from St. 28
Crustacea (Cirripedia)	*Balanus amaryllis*	4(4)	2(1)	2(1)	3	5			*Balanus cepa* frequently observed
Pelecypoda	*Arca subnavicularis*	39(11)	2	64(42)	4	36	14	35	*Barbatia* spp. including *B. lima* & *B. lacerata*. Other species are, *Chamostrea albida* mingled with *Chama* ? ; *Spondylus wrightianus* 1 & *Stavelia subdistorta* 1 from St. 8 ; *Isognomon isognomum* 1 from St. 17 ; *Anomia* sp. 2 from St. 28 ; *Pteria* sp. 1 from St. 29 ; *Plicatula horrida* 3 from St. 39.
	Barbatia spp.	3(1)	(1)	(4)	2	6		5	
	Chlamys gloriosa	1	3(1)	4(4)		5	3	6	
	Chama reflexa	6				11	1	2	
	Pinctada sugillata	2(1)	3(1)	(2)		3	10	1	
	Pycnodonta hyotis	2(2)			1	1			
	Cardita crassicosta	1				1		1	
	Malleus malleus				1	5			
	Pteria penguin				1	2			
Polychaeta	*Pomatostegus stellatus*	11				8	2	15	2 tubes of *Serpula vermicularis* from St. 8, *Sabellastarte indica* 3 from St. 10.
	Thelepus setosus	4(3)			7	15	6	12	
	unidentified	2							
Anthozoa (Actiniaria)	unidentified	3(2)			2	2		3	
*Incalcarea	*Dysidea fragilis*	4			1	2	2	5	The commonest species is *Dysidea fragilis* forming voluminous mass over the shell and much varying in shape.
	Adocia pumila	3(5)						3	
	Hyattella intestinalis							2	
	Stellata sp.					1			
	Tethya diploderma				3				
Shell bearing no organisms		(2)	(14)	(26)	unknown				

St. No. ; Station number, Nr. ind. , Number of silver-lip pearl oyster to be examined, a.s.h. ; Average shell height. Numerals without parentheses indicate the number of individuals (*expressed the number of mass or colony), numerals within parentheses show the number of the pearl oyster from which the said animals were obtained.

for the purpose of tagging, as they are likely growing too fast for attaching animals to settle on them. It is natural that the older the shells, the slower they grow, and the more the organisms settled on their surface.

Almost all the species were of the Indo-Pacific. Collected specimens included nearly whole phyla of the invertebrates, such as Protochordata (Tunicata), Echinodermata, Arthropoda (Crustacea), Mollusca (Pelecypoda), Molluscoidea (Bryozoa), Annelida, Coelenterata (Anthozoa) and Porifera. Some of them are distributed even in Japanese waters. The results obtained from the stations 8, 10, 13, 17, 28, 29, and 39 where the quantitative investigations were carried out are also shown in Table 2.

Description of the attached organisms by groups are as follows :

Tunicates or sea-squirts :

Microcosmus helleri HERDMAN was the most dominant species. The area where this species inhabits in large numbers is called "place of cat's faeces" ("*nekokuso basho*") by divers. Another species of tunicates, *Polycarpa longiformis* TOKIOKA (called "*myōga*"), was found much fewer than the former in the investigated area. These members were frequently observed on the ventral margin of pearl oysters along with sponges and tube-worms or polychaetes. From the fact it is clear that pearl oysters are burying themselves in the mud for the most part of the body.

Cirripedia (Crustacea) or acorn barnacles :

Among a few species of cirripeds found from the "East" fishing ground, *Balanus amaryllis* DARWIN and *B. cepa* DARWIN were common ones. In the fishing grounds, southeast of the Wessel Islands and "*Fuji-gata*" Bank, *Balanus* were abundant and called "*tsubo-gaki*".

Bivalves :

Although great numbers of bivalves were collected from the surface of silver-lip pearl oyster, species did not vary in many genera. The chief species attached with their valves on the surface were ;

Pycnodonta hyotis (LINNÉ),
Pycnodonta hyotis imbricata (LAMARCK),
Ostrea folium LINNÉ,
Ostrea inquirites IREDALE,
Plicatula horrida DUNKER.
Chama lazarus LINNÉ,
Chama reflexa REEVE,
Chamostrea albida LAMARCK.

Pycnodonta hyotis was relatively popular among them, particulary in the fishing ground off the Wessel Islands. According to the divers, many old individuals of *Chama lazarus* lay on the sea bottom besides those found attached to the shells. It was to such mature *Chama lazarus* that young silver-lip pearl oyster settled. Two species of genus *Chama* were also collected from the "West", and another unknown species of *Chama* from the "East". *Chama semipurpurata* LISCHKE and *Chama ambigua* LISCHKE were collected from the "West", though none of them from the "East".

Chamostrea albida was considerably common species in the "East" fishing ground. The species which attached with byssus were ;

Arca subnavicularis (IREDALE),
Barbatia lima (REEVE),
Barbatia lacerata (BRUGUIÈRE),
Isognomon perna (LINNÉ),
Malleus malleus (LINNÉ),
Pteria penguin (RÖDING),
Pteria bernhardi (REEVE),
Pinctada sugillata (REEVE),
Pinctada sp.,
Chlamys gloriosa (REEVE),
Chlamys luculentus (REEVE),
Chlamys strangei (REEVE),
Cardita crassicosta LAMARCK.

Among bivalves the most abundant species was *Arca subnavicularis*, followed by *Chlamys gloriosa*, which was collected in large numbers as well. The waters where many *Arca* inhabit are said to be very good fishing grounds for silver-lip so that the divers regard them an indicator of the fishing ground. *Chlamys luculentus* and *C. strangei* were less frequently appearing than *C. gloriosa*. *Barbatia lacerata* was found in a smaller number than *B. lima* distributing in Japanese waters. *Isognomon isognomum* (LINNÉ) and *I. ephippium* (LINNÉ) occurred but very rarely in the "East" and "West" fishing grounds just as *Pteria* did. *Malleus* was one of the commonest bivalves. The young *Malleus* was so variable in shape that it was difficult to identify it exactly. Of many small-sized *Pinctada* attached to the surface of *Pinctada maxima*, *P. sugillata* was dominant, other species being smaller in number. They were often forming a mass on the shell of silver-lip by attaching to each other, a case which has never been observed in the "West". The fact may be interpreted that the shells cannot find anything else suitable for inhabiting due to the bottom character described before. As these observations are important keys to estimate the resource of the pearl shell, further investigations from ecological standpoint are needed.

Polychaetes :

The representative species of polychaetous annelids living in tubes attached to the pearl oyster were *Pomatostegus stellatus* ABILGARD and *Thelepus setosus* (QUATREFAGES). In addition to them, *Sebellastarte indica* (SAVIGNY) and *Serpula vermicularis* LINNÉ were also noticed. *Thelepus setosus* attached on arbitrary positions but very often on the unexposed side of the shells, the way different from that of the tunicates, sponges and bivalves.

Anthozoa :

While Axifera and Pseudoaxonia were abundantly observed on the shell in the "West" and Wessel Island fishing grounds, only one species belonging to Actiniaria or sea-anemone was collected from the "East". *Dendrophyllia coccinea* (EHRENBERG)

was collected from the "East" and *Favia* from the Wessel Island area.

Porifera or sponges :

Speaking of sponges collected from the surface of the silver-lip pearl oyster, there were many species in both "East" and "West" fishing grounds, though the species are much different from each other. In the "East" *Dysidae fragilis* (MONTAGU) belonging to Keratosa was remarkably dominant. And a prominently big-sized cup sponge, *Carterispongia foliascens* (PALLAS) was rather common species. Other species collected from the surface of the shells were ;

Hyattella intestinalis (LAMARCK),
Adocia pumila (LENDENFELD),
Echinodictim asperum RIDLEY et DENDY,
Tethya diploderma SCHMIDT,
Stelleta sp.

About boring organisms, a report will be prepared in the near future.

With some exception of young individuals, almost all the valves of *Pinctada maxima* were invaded by boring annelid, *Polydora pacifica* TAKAHASHI which trespassed from the marginal part of the shell and damaged its pearl layer. However, injured shells did not appear in the "West" fishing ground, despite the surface of the shells were much damaged. Bivalves of genus *Lithophaga* bore holes into the shell. The older the shell, the more they are damaged by *Lithophaga*. In the "East" fishing ground *Lithophaga* (*Labis*) sp. was the only boring bivalve. collected from the "West" were *Lithophaga malaccana* (REEVE), *L. teres* (PHILIPPI) and *Rocellaria grandis* DUNKER, of which the first one was most abundant there.

On the surface of silver-lip pearl oysters various kinds of animals inhabit temporarily with several species of holothurians and brittle-stars (Ophiuroidea) as the main inhabitants. The holothurians or sea-cucumbers, which would not detach off the shell even after the host being taken out from the sea, were very remarkable in number. As they often serve for divers as an indicator of the fishing ground, areas where the holothurians were abundant were called "place of *Cucumaria*" ("*Kinko-basho*") or "place of biscuits" ("*Bisuke-basho*") (Table 3).

Table 3. Frequency of Holothurians by Station.

Species \ Station No.	8	10	17	28	29	39	Total
Cucumaria versicolor	—	—	—	—	1	—	1
Pentacta tuberculosa	—	—	1	8	—	—	9
P. coerules	—	—	2	5	1	2	10
P. australis	58	8	3	16	5	24	61
P. crassa var. *dyscrita*	2	—	—	4	—	—	6
Neothyone sacellus	1	2	—	—	—	—	3
Phylliphorus cebuensis	10	2	3	28	—	16	59
Ph. cornus	5	2	—	12	—	7	26
Others	—	—	—	6	7	11	24
Total	23	14	9	79	14	60	119

Benthonic mollusks were collected together with pearl oyster in the course of the operation though they were not attaching on the shell. Their remarkable features in shape, size or color seem to have attracted divers' attentions. As identification of these specimens has not been completed yet, only the most notable species are listed below.

Gastropoda :

Euchelus asper GMELIN,
Onustus helvacea PHILIPPI,
Siliquaria ponderosa MÖRCH,
Nassarius clathratus (LAMARCK),
Murex tribulus LINNÉ,
Murex cervicornis LAMARCK,
Murex monodon SOWERBY,
Ergalatax contractus (REEVE),
Purpura echinata BLAINVILLE,
Rapana rapiformis (BORN),
Syrinx proboscidiferus (LAMARCK),
Trigonostoma bicolor (HINDS),
Amoria turneri (GRIFFITH et PIDGEON),
Melo amphorum (SOLANDER),
Melo ducole (LAMARCK).

Pelecypoda :

Veletuceta impasta IREDALE,
Trisidos semitorta LAMARCK,
Stavelia subdistorta (RÉCLUZ),
Cardita squamigera DESHAYES,
Septifer bilocularis LINNÉ,
Lima lima LINNÉ,
Antigona lamellaris (SCHUMACHER),
Circe scripta (SOWERBY).

Several species of gastropods, known as predators of bivalves including silver-lip were benthonically collected form the "East" fishing ground. Carnivorous gastropods belonging to Muricidae, large-sized *Syrinx* and *Melo* were the representatives of the enemies. Other enemies of pearl shells were star-fishes such as *Oreaster australis* LÜTKEN and decapodous crustaceans. But no ecological investigations have been carried out about them in detail. Parasitic shrimp, *Conchodytes* sp. was found in the mantle cavities of the silver-lip pearl oysters collected from the "East" fishing ground.

References

Allan, J. 1950 Australian Shells.
Dakin, W. J. 1953 Australian Seashores.
Hatai, K. 1941 The Recent Mollusca of the South Sea Island, Part 1.

PLATE I.



PLATE I.

Fig. 1 ; Stripping the foulings off with a hatchet.

Fig. 2 ; The bottom characters sifted with sieves
No. 6 (a ; smaller than 0.05 mm),
No. 5 (b ; 0.20—0.05 mm),
No. 4 (c ; 0.50—0.20 mm),
No. 3 (d ; 1.00—0.50 mm),
No. 2 (e ; 3.00—1.00 mm) and
No. 1 (f ; larger than 3.00 mm).

Fig. 3 ; Silver-lip pearl oysters immediately after being taken from the sea bottom. A kind of sea-squirt, *Microcosmus helleri* HERDMAN, an arc shell, *Arca subnavicularis* (IREDALE) and tubes of annelids, *Thelepus setosus* (QUATREFAGES) and *Pomatostegus stellatus* ABILDGARD are observed on the surface of the shells.

Fig. 4 ; A sample of silver-lip pearl oyster bearing voluminous attaching organisms, including several individuals of *Arca subnaricuiaris* (IREDALE), a mass of a sponge *Dysidea fragilis* (MONTAGU), a kind of brittle-star, Bryozoa etc.

Fig. 5 ; A young *Pinctada maxima* (JAMESON) attaching to *Chama lazarus* (LINNÉ).

Fig. 6 ; Masses of *Pinctada*. *Pinctada maxima* (JAMESON), *Pinctada sugillata* (REEVE) and *Pinctada* sp. are observed.

Fig. 7 ; *Microcosmus helleri* HERDMAN.

Fig. 8 ; *Thelepus setosus* (QUATREFAGES),
right : tube, left : animal.

Fig. 9 ; *Pomatostegus stellatus* ABILDGARD,
right : animal, left : tube.

PLATE II.



PLATE II.

Fig. 1 ; *Pycnodonta hyotis* (Linné)
Fig. 2 ; *Barbatia lacerata* (Bruguière)
Fig. 3 ; *Ostrea folium* Linné
Fig. 4 ; *Barbatia lima* (Reeve)
Fig. 5 ; *Arca subnavicularis* (Iredale)
Fig. 6 ; *Chlamys strangei* (Reeve)
Fig. 7 ; *Chlamys luculentus* (Reeve)
Fig. 8 ; *Chlamys gloriosa* (Revee)
Fig. 9 ; *Plicatura horrida* Dunker
Fig. 10 ; *Chamostrea albida* Lamarck
Fig. 11 ; *Chama reflexa* Reeve

PLATE Ⅲ.

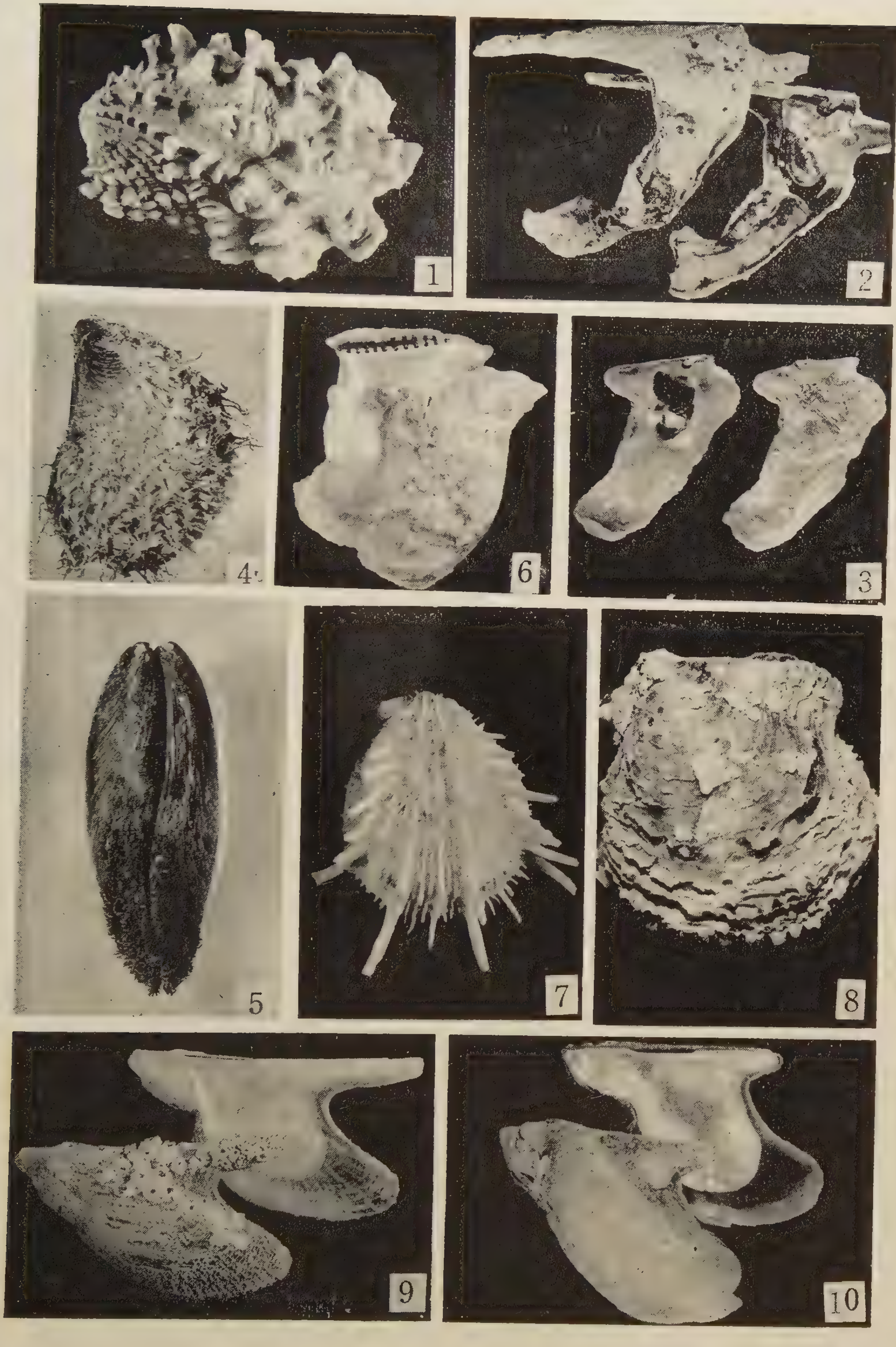


PLATE III.

Fig. 1 ; *Cardita crassicosta* LAMARCK
Fig. 2 ; *Malleus malleus* (LINNÉ)
Fig. 3 ; Immature individual of *Malleus malleus* (LINNÉ)
Fig. 4 ; *Stavelia subdistorta* (RÉCLUZ)
Fig. 5 ; *Stavelia subdistorta* (RÉCLUZ) ventral view.
Fig. 6 ; *Isognomon perna* (LINNÉ)
Fig. 7 ; *Spondylus wrightianus* CROSSE
Fig. 8 ; *Pinctada sugillata* (REEVE)
Fig. 9 ; *Pteria bernhardi* (REEVE)
Fig. 10 ; *Pteria penguin* (RÖDING)

PLATE IV.



PLATE IV.

Fig. 1 ; *Balanus amaryllis* DARWIN
Fig. 2 ; *Balanus cepa* DARWIN
Fig. 3 ; *Dendrophyllia coccinea* (EHRENBERG)
Fig. 4 ; *Carterispongia foliascens* (PALLAS)
Fig. 5 ; *Dysidea fragilis* (MONTAGU)
Fig. 6 ; *Dysides fragilis* (MONTAGU)
Fig. 7 ; *Tethya diploderma* SCHMIDT
Fig. 8 ; *Adocia pumila* (LENDENFELD)
Fig. 9 ; *Hyattella intestinalis* (LAMARCK)

PLATE V.

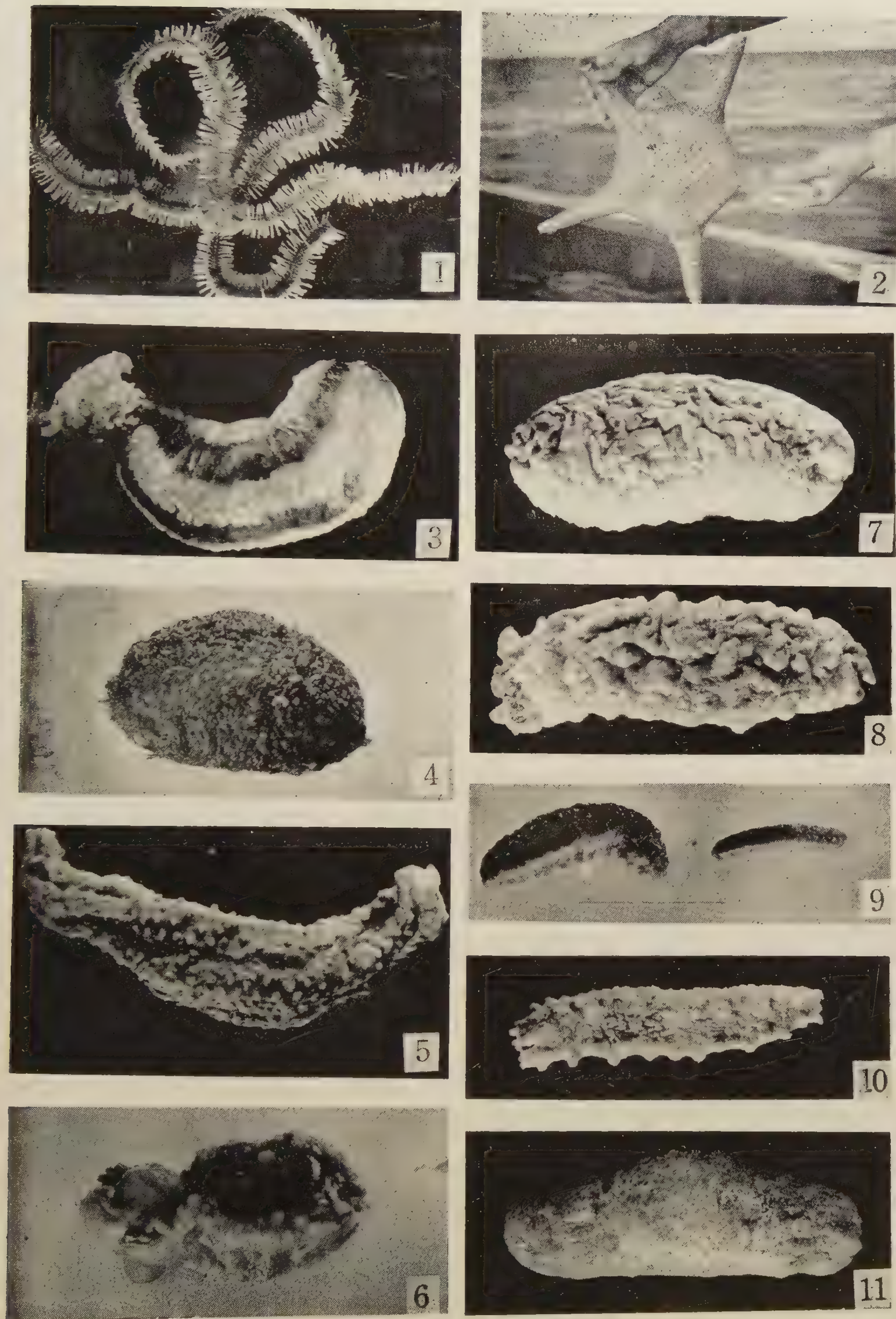


PLATE V.

Fig. 1 ; One of the commonest species of Ophiuroidea found on the surface of silver-lip pearl oysters ; unidentified.

Fig. 2 ; *Oreaster australis* LÜTKEN

Fig. 3 ; *Phyllophorus cebuensis* (SEMPER)

Fig. 4 ; *Phyllophorus cebuensis* (SEMPER)

Fig. 5 ; *Phyllophorus cornus* HEDING

Fig. 6 ; *Cucumaria versicolor* SEMPER

Fig. 7 ; *Pentacta tuberculosa* (QUOY et GAIMARD)

Fig. 8 ; *Pentacta crassa* var. *dyscrita* (HEDING)

Fig. 9 ; *Pentacta australis* (LUDWIG)

Fig. 10 ; *Pentacta coerules* (SEMPER)

Fig. 11 ; *Neothyone sacellus* (SELENKA)

PLATE VI.

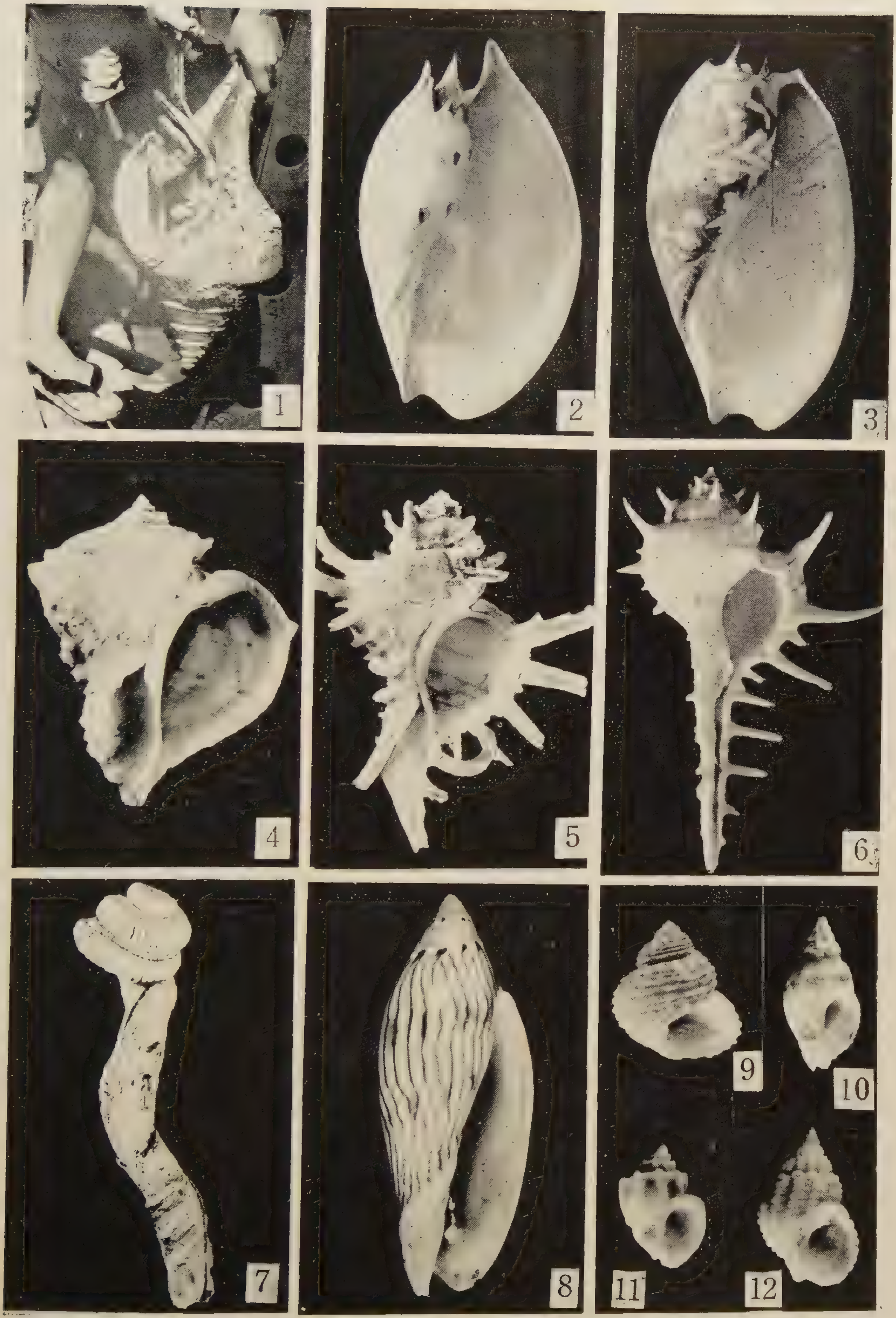


PLATE VI.

Fig. 1 ; *Syrinx proboscidiferus* (LAMARCK)
Fig. 2 ; *Melo ducole* (LAMARCK)
Fig. 3 ; *Melo amphora* (SOLANDER)
Fig. 4 ; *Rapana rapiformis* (BORN)
Fig. 5 ; *Murex monodon* SOWERBY
Fig. 6 ; *Murex tribulus* LLNNÉ
Fig. 7 ; *Siliquaria pondenosa* MÖRCH
Fig. 8 ; *Amoria turneri* (GRIFFITH et PIDGEON)
Fig. 9 ; *Euchelus asper* GMELIN
Fig. 10 ; *Ergalatax contractus* (REEVE)
Fig. 11 ; *Trigonostoma bicolor* (HINDS)
Fig. 12 ; *Nassarius clathratus* (LAMARCK)

Hiro, F. 1937 Notes on *Lithophaga* and *Rocellaria* boring into shells of *Pinctada maxima* (JAMESON). *Venus*, 8 (2). (in Japanese)

Iredale, T. 1939 Mollusca. Part 1. Great Barrier Reef Exped., 1928—1929, Sci. Rep., Vol. 5, No. 6.

Kobayashi, T. 1940? *Kita-goshu oyobi Ranryo higashi-indo kinkai shirochogai seitai chosa hokoku* 1938—'39. *Nanyocho Suisan Shikenjo* (Report on ecological survey of silver-lip pearl oyster in the adjacent waters of north Australia and Dutch Indies 1938—'39. Fisheries Experimental Station of South Sea Agency; in Japanese)

Kuroda, T. and others. 1951 Illustrated Encyclopedia of the Fauna of Japan, rev. ed. iv.

Shiraishi, Y. and T. Kobayashi 1938 *Shirochogai gyojo chosa hōkoku. Nanyō shinjugai saishu kyokai.* (Report on survey of fishing ground for silver-lip pearl oyster. South Sea Pearling Association; mimeographed in Japanese)

Takahashi, K. 1937 Notes on the polycheatous annelid, *Polydora pacifica n. sp.*, which bores holes in *Pinctada margaritifera* (LINNÉ). Palau Trop. Biol. Sta. Studies, No. 2.

Taki, I. 1954 An Illustrated Handbook of Shells in Natural Colors.

Wada, S. 1938 *Shirochogai seitai chosa hokoku. Nanyo shinjugai saishu kyōkai.* (Report on ecological survey of silver-lip pearl oyster. South Sea Pearling Association; mimeographed in Japanese)

—— 1943 *Sangoshō no kairui* (Shells of Coral Reef). *Kaiyō-no-kagaku*, 3 (10). (in Japanese)

—— 1953 Biology and fisheries of the silver-lip pearl oyster. (mimeographed in Japanese)

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—I.*)
沿岸海域殊にパルプ工場廢水流入海域における硫酸塩還元細菌の分布について

木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明
（京都大学農学部水産微生物学研究室）

Studies on the Marine Sulfate-reducing Bacteria——I. Distribution of Marine Sulfate-reducing Bacteria in the Coastal Waters Receiving a Considerable Amount of Pulp Mill Drainage

Masao KIMATA, Hajime KADOTA
Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA

In the sea as a whole the combined activities of bacteria and allied microorganisms tend to create environmental conditions which are conductive to the growth of plants and animals. However, in localized regions certain types of microbiological activities may be inimical to the well-being of other organisms.

An outstanding example of the antibiotic activities of bacteria in the sea is the production of sulfide in quantities which are toxic to both animals and plants.

It is already known that a considerable amount of sulfides often occurred in stagnant bodies of coastal waters which received a large amount of industrial or municipal drainage.

The sulfides occurring in the sea may partly result from the anaerobic decomposition of albuminous compounds. More is believed to result from the bacterial reduction of sulfate.

Although a few papers concerning the determination of sulfides which occurred in the sea have been published, it appears that few workers have studied the occurrence and the activities of sulfate-reducing bacteria in the sea in relation to the pollution of coastal waters up to the present.

Such being the case, the present series of study were undertaken with the aim of elucidating the factors which participate in the sulfide production by bacteria in the sea, with special reference to the influence of the inflow of pulp mill drainage upon the sulfide production in the coastal regions of the sea.

The present paper embodies our ecological observations carried out in Hiroshima Bay. Many samples of sea water and bottom mud were collected from different depth at various stations in Hiroshima Bay (Fig. 1), and immediately the number of sulfate-reducing bacteria was counted by means of the extinction dilution method. In addition to the bacterioloigcal examination, the chlorinities of water samples and the amounts of C.O.D., ignition loss, total sulfides and free H_2S of mud samples were determined. And also the temperatures of all samples were recorded.

Results obtained are as shown in Tables 1, 2 and 3 and may be summarized as follows :

1) Relatively small number of sulfate-reducing bacteria were evenly distributed in the sea water regardless of the depth of the water, the distance from land or the amount of terrigenous pollution.

2) Larger number of sulfate-reducing bacteria were found in bottom mud at nearly all stations examined. The number of sulfate-reducing bacteria contained in bottom mud was correlated with the sulfide content of the mud as shown in Figs. 2 and 4.

* 1955 年 1 月 17 日受理　水質汚濁現象に関する微生物学的研究（I）

The result suggests that the greater part of the sulfides contained in the mud were produced by the sulfate-reducing bacteria.

The distribution of sulfate-reducing bacteria in bottom mud or the sulfide content of bottom mud was directly correlated with the organic content (Figs. 3 and 5), but not correlated with the distance from land or the depth of the overlying water. As shown in Fig. 6 the population of sulfate-reducing bacteria in marine sediment was presumably more largely dependent upon the quality——decomposability——of the organic matter than upon the total quantity of organic matter present.

It is thought that a large amount of easily utilizable organic matter brought onto the bottom mud by the industrial drainage, such as pulp mill waste, may vigorously accelerate the activity of sulfate-reducing bacteria present in the bottom mud of the coastal regions of the sea.

緒　　言

半鹹湖、内湾等の比較的流動の少い沿岸海域，殊に工場廃水或は都市廃水により豊富な有機物の供給を受ける沿岸海域では，底土は多量の硫化物及び硫化水素を含む黒色腐泥より成る場合が多い。このような底土中に存在する硫化物及び硫化水素は直接底棲生物の棲息状態に大きい影響を及ぼすことは云う迄もないが[1)2)]，更にその一部は屢々所謂 overlying water 中へも溶出し，其処に棲息する生物に顕著な被害を与えることが知られている。[3)4)5)6)7)8)]

水界における硫化物及び硫化水素の成因に関しては，川名[5)]，吉村[12)]，吉村及び和田[13)14)]，岡田[15)]，清石及び富山[3)]らによる底土の硫化物含有量の定量観測を主体としたいくつかの予察的研究が報告されているが，水界における硫化物及び硫化水素の生成を支配する主要な動的要因としての硫酸塩還元細菌に関する微生物学的乃至生化学的研究は極めて少い。即ち，著者の一人木俣[16)]が先に福井県三方湖底より分離した硫酸塩還元細菌 *Spirillum desulfuricans* について行った予備的研究以外には，この微生物を水質汚濁現象との関連において研究した報告は殆んど皆無である。

よって，著者らは海域における水質汚濁現象に関する微生物学的研究の一環として，沿岸海域における硫化物及び硫化水素の発生機構を明かにすることを目的として本研究を企てた。

本報においては，沿岸海域，殊にパルプ工場廃水流入海域の海水及び底土について硫酸塩還元細菌数及び二，三の物理学的並びに化学的特性を測定観察し，海洋中における硫酸塩還元細菌及び硫化物の分布に及ぼす二，三の環境要因の影響について考察を試みた。

実　　験

廃水による汚濁の顕著な海域と然らざる海域とでは硫酸塩還元細菌の分布状態にどのような差異があるかを明かにするため，パルプ，製紙関係工場の多い広島湾を対象とし，汚濁海域の sample として山陽パルプ及び安芸製紙工場の沿岸海域を撰び，又廃水の影響を受けていない正常海域の sample として阿多田島北方海域を撰び（Fig. 1），これらの海域について海水及び海底泥土中における硫酸塩還元細菌の分布状態を観察し，併せて海水及び底土の物理学的並びに化学的諸性質を調べた。

実験方法

硫酸塩還元細菌数の測定には次の如き方法を用いた。即ち，ZoBell の採水器[17)]及び Ekman 採泥器により海水及び海底泥土を無菌的に採取し，これらをそれぞれ 1 cc, 1/10 cc, $1/10^2$ cc, ……, $1/10^7$ cc 及び 1/10 g, $1/10^2$ g, ……, $1/10^3$ g 宛下記の如き組成の培養基（Medium 1）に接種し，30°C に保った。接種試料中に硫酸塩還元細菌が存在する場合には，硫化水素が発生して硫化鉄を生ずるため 2, 3 日で培地は黒変した。このようにして各試料につき硫酸塩還元細菌の発育を認め得る最少量を明かにし，この値から試料 1 cc 及び 1 g 中に存在する硫酸塩還元細菌の概数を算定した。

この観測に際しては，水温，泥温，海水の塩素量，底土の $KMnO_4$ 消費量，灼熱減量，硫化物及び硫化水素含有量の定量をも同時に試みたが，硫化物及び硫化水素の定量は富山及び神崎の方法[18)]により，その他は海洋観測法[19)]に依った。

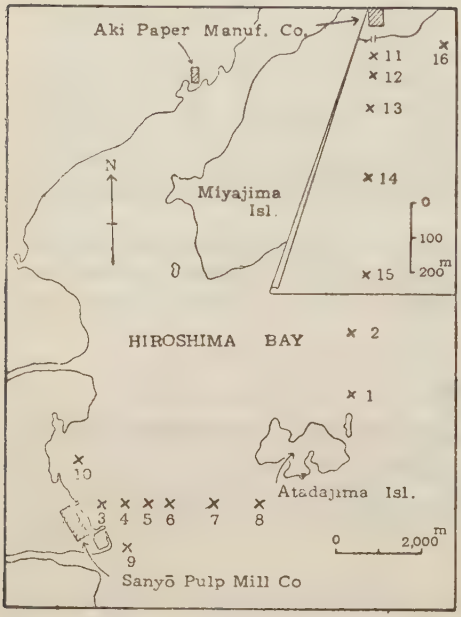


Fig. 1. Stations where the present experiment was carried out.

Medium 1[20]: Medium employed for enumerating marine sulfate-reducing bacteria.

Ca-lactate	3.5 g.
Beef-extract	1.0
Peptone	2.0
L-Ascorbic acid△	0.1
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
K_2HPO_4	0.2
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
Agar	3.0
Filtered sea water	1,000 cc.
pH	7.5

実験結果

先ず廃水流入の影響のないと思われる阿多田島北方海域の観測結果を示すと Table 1 の如くである。

即ち廃水の影響のないこの海域においては，硫酸塩還元細菌の数は海水 1 cc 中に 0～10，底土 1 g 中に 100～1,000 であつたが，これらの地点では泥土の硫化物及び硫化水素含有量も $KMnO_4$ 消費量も共に極めて少かつた。又，これらの値はいずれも陸岸からの距離或は overlying water の深さにより影響を受けなかつた。

これに対して，1 日 80,000 頓の廃水を放流する山陽パルプ岩国工場（亜硫酸パルプ）の排水口附近の海域の観測結果は Table 2 に示す通りである。

Table 1. Approximate number of sulfate-reducing bacteria and some chemical or physical properties of sea water and bottom mud collected at different distances from land in the vicinity*) of Atadajima Island, in Hiroshima Bay (May 20, 1954).

Station number	Distance from the shore (m.)	Depth of overlying water (m.)	Depth of water collected (m.)	Temperature of water (°C.)	Temperature of mud (°C.)
1	500	29.5	0 12	17.9 15.8	15.0
2	2,000	23.0	0 12	17.8 15.7	15.3

Chlorinity of water (‰)	C.O.D. of mud (O_2 consumed mg./g. dry mud)	Loss on ignition (% of dry mud)	Free H_2S content of mud (mg./g. dry mud)	Content of total sulfides (H_2S mg./g. dry mud)	Number of sulfate reducers in 1cc. or 1g. of sample.
16.28 17.97	7.45	11.63	0.005	0.07	1 –10 1 –10 10^2–10^3
16.25 17.98	5.84	11.41	0.014	0.05	1 –10 0 10^2–10^3

* This area receives very little land drainage except during the rainy season.

排水口から 4,000 m 離れた St. 8 では，硫酸塩還元細菌数も底土の硫化物含有量も $KMnO_4$ 消費量も共に Table 1 の阿多田島北方正常海域におけるものと略々同様の値を示したが，排水口から 3,000 m 以内の水域に入ると海水中の硫酸塩還元細菌数には殆んど変化はなかつたが，底土中の細菌数は 1,000/g. mud

△ In order to maintain reducing conditions essential for the initiation of growth of sulfate reducers, the L-ascorbic acid was uncontaminatedly added to the medium just prior to inoculation.

Table 2. Approximate number of sulfate-reducing bacteria and some chen
different distances from the draining mouth of San-yō Pulp Mi

Station number	Distance from the draining mouth (m.)	Depth of overlying water (m.)	Depth of water collected (m.)	Temperature of water (°C.)	Temp of (°
3	500	3	0 2	20.0 17.4	17
4	1,000	12	0 11	19.8 15.4	17
5	1,500	15	0 12	20.2 15.3	15
6	2,000	24	0 12	19.4 15.9	14
7	3,000	27	0 12	18.0 15.9	14
8	4,000	32	0 12	17.6 16.2	14
9	1,500	14.5	0 13	18.1 15.2	14
10	1,000	12	0 10	21.0 16.0	15

Table 3. Approximate number of sulfate-reducing bacteria and some
at different distances from the draining mouth of Aki Pap

Station number	Distance from the draining mouth (m.)	Depth of overlying water (m.)	Depth of water collected (m.)	Temperature of water (°C.)	Temperature of mud (°C.)
11	50	3.5	0 2.5	18.1 18.2	17.1
12	100	10	0 9	18.5 16.0	15.7
13	200	11	0 10	18.0 15.4	15.3
14	400	12	0 11	18.0 15.5	15.4
15	700	14	0 12	18.0 16.0	15.3
16	200	7	0 6	18.0 16.0	15.4

or physical properties of sea water and bottom mud collected at
ompany, in Hiroshima Bay (May 18, 1954).

re	Chlorinity of water (‰)	C.O.D. of mud (O^2 consumed mg./g. dry mud)	Loss on ignition (% of dry mud)	Content of total sulfides (H_2S mg./g. dry mud)	Number of sulfate reducers in 1 cc. or 1 g. of sample.
	14.55 16.14	5.17	4.30	0.084	$10-10^2$ $10-10^2$ 10^3-10^4
	15.01 18.18	13.86	10.51	0.364	$10-10^2$ $1-10$ 10^3-10^4
	15.01 18.14	19.66	11.45	0.720	$1-10$ $1-10$ 10^5-10^6
	16.61 18.09	15.89	11.91	0.500	0 0 10^3-10^4
	15.79 18.09	11.85	12.54	0.227	0 0 10^3-10^4
	17.50 18.09	7.67	12.21	0.089	0 0 10^2-10^3
	13.88 18.35	18.34	7.95	1.097	$10-10^2$ 0 10^4-10^5
	14.23	19.49	9.44	0.507	$10-10^2$ $1-10$ 10^3-10^4

mical or physical properties of sea water and bottom deposits collected
Manufacturing Company, in Hiroshima Bay (May 20, 1954).

lorinity water (‰)	C.O.D. of mud (O^2 consumed mg./g. dry mud)	Loss on ignition (% of dry mud)	Free H_2S content of mud (mg./g. dry mud)	Content of total sulfides (H_2S mg./g. dry mud)	Number of sulfate reducers in 1 cc. or 1 g. of sample.
15.43 17.24	529.88	57.31	—	2.942	$1-10$ $10-10^2$ 10^4-10^5
15.60 18.08	150.31	21.99	0.487	1.852	0 0 10^3-10^4
15.19 18.10	27.26	13.20	0.065	0.411	0 $1-10$ 10^3-10^4
15.72 18.33	16.88	9.74	0.053	0.419	$10-10^2$ $1-10$ 10^3-10^4
15.71 18.08	11.06	8.85	0.026	0.281	0 $1-10$ 10^2-10^3
15.97 17.60	71.83	16.74	0.174	0.656	$1-10$ 0 10^3-10^4

以上に増加し，硫化物含有量も亦排水口に近づくに従つて漸次増加した。而してこの傾向は排水口から1,500 m の距離にある St. 5 及び 9 迄続き，これら両 Station で底土の硫化物含有量は最高の値を示し，又硫酸塩還元細菌数も異常に大きい値を示した。然しこれより更に排水口に近づくと(St. 4, 3, 10)，底土中の硫酸塩還元細菌数も硫化物含有量も共に再び減少して，排水口に最も近い St. 3 では正常海域で得られた結果と殆んど同様であつた。一方，海水中の硫酸塩還元細菌数は排水口に近い程幾分多い傾向が見られた。

以上の底土の硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量にみられた傾向は，底土の $KMnO_4$ 消費量及び灼熱減量にも略々同様に現われ，これらの値は St. 5 及び 9 で最高となり排水口直前の St. 3 では却つて激減した。このことは，この工場のように多量の廃水が放出される場合には，廃水の流入による水の流動等のために有機物の大部分が排水口直前ではまだ沈澱せず，1,500 m (St. 5 及び 9) 附近で最も多く沈澱することを意味するものと考えられる。

底土中の硫酸塩還元細菌数と硫化物含有量との間には，Fig. 2 に示す如く相関々係が存在した。又底土の $KMnO_4$ 消費量と硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量との間の関係は Fig. 3 に示す通りであつて，これらの間にも明かな相関々係が観られた。

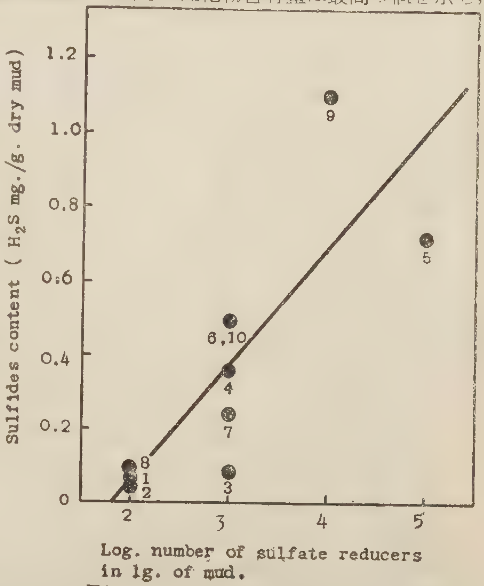


Fig. 2. Relation between number of sulfate-reducing bacteria and sulfide content of bottom mud collected at different distances from the mouth of drainage of San-yo Pulp Mill Co., in Hiroshima Bay.

次に，その排水量は山陽パルプ工場より遙かに少いが，繊維質を主体とする有機物を濃厚に含有した廃水を放流する安芸製紙工場の排水口前面海域の観測結果を Table 3 に掲げる。

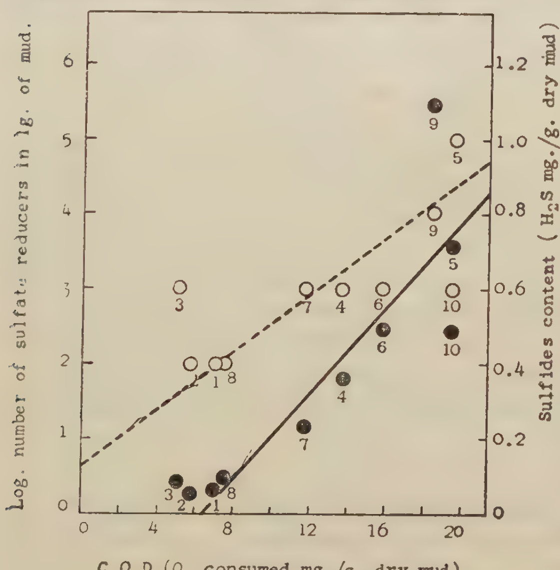


Fig. 3. Relation between number of sulfate-reducing bacteria or sulfide content and C.O.D. of bottom mud collected at different distances from the mouth of drainage of San-yō Pulp Mill Co., in Hiroshima Bay.
○ : Number of sulfate reducers ;
● : Sulfide content.

海水中の硫酸塩還元細菌数は山陽パルプ工場の排水口前面海域の場合と同様に，排水口からの距離の遠近によつて大きな差は殆んど見られなかつたが，底土についてはかなりの相違が観察された。即ち，排水口より 700 m 離れた St. 15 における底土中の硫酸塩還元細菌数は略々阿多田島北方正常海域に近い状態であつたが，更に排水口に近づいて排水口より 400 m 以内の水域に入れば正常海域の 10 倍以上となり，排水口直前 50 m (St. 11) では更にその 10 倍以上に達して最高値を示した。底土の硫化物含有量も同様に排水口に近づくに従つて増加し，St. 11 では異常に高い値を示した。同様の傾向は底土の $KMnO_4$ 消費量及び灼熱減量にも現われた。即ち，この工場の場合では，廃水中の有機成分の大部分が排水口の直前で直ちに沈澱するのであろうと思われる。

この場合にも，底土中の硫酸塩還元細菌数と硫化物含有量との間には Fig. 4 に示す如く相関々係が存在した。

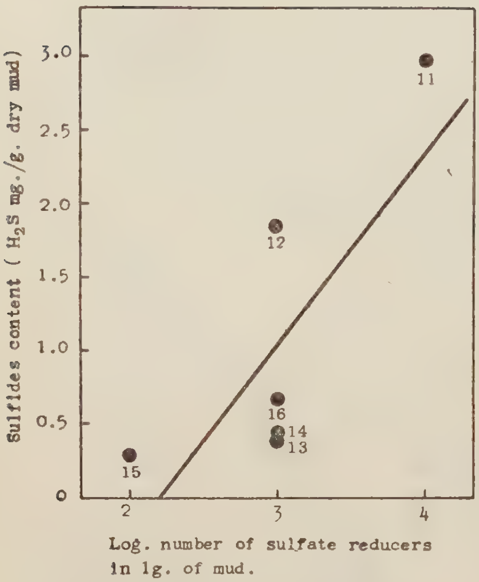


Fig. 4. Relation between number of sulfate-reducing bacteria and sulfide content of bottom mud collected at different distances from the mouth of drainage of AKi Paper Manufacturing Co., in Hiroshima Bay.

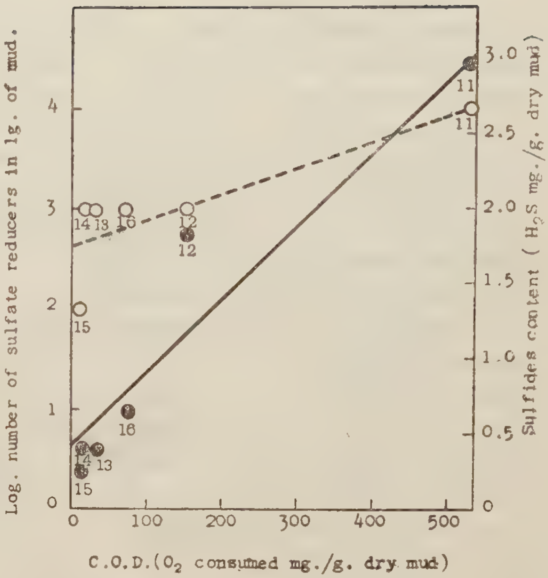


Fig. 5. Relation between number of sulfate-reducing bacteria or sulfide content and C.O.D. of bottom mud collected at different distances from the mouth of drainage of AKi Paper Manufacturing Co., in Hiroshima Bay.
○ : Number of sulfate reducers ;
● : Sulfide content.

又，底土中の硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量と底土の $KMnO_4$ 消費量との関係は Fig. 5 に示す通りであつて，これらの間にも相関々係が認められた。

考 察 及 び 結 論

以上の観測結果を綜合すれば，海水中に浮游して存在する硫酸塩還元細菌の数は比較的少くその分布は何れの地点でも大差がないが，海底泥土中における硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量は地点によつて著しい差異が観られる。而して、底土中に存在する硫酸塩還元細菌数と底土の硫化物含有量との間には Fig. 2 及び Fig. 4 に見られる如く常に明瞭な相関々係が存在し，底土に含まれている硫化物が主として硫酸塩還元細菌により生産されたものであることを示している。又，底土の硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量と，$KMnO_4$ 消費量によつて表わされる比較的酸化分解され易い有機物含有量との間にも，Fig. 3 及び Fig. 5 に見られる如く明かな相関々係が存在するが，一般に泥土中の全有機物濃度の指標として用いられる灼熱減量と，硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量との間には必ずしも相関々係は存在しないように思われる。

次に，上記の各観測結果に基いて，底土中の硫酸塩還元細菌数とその灼熱減量と $KMnO_4$ 消費量との関係を図示すれば Fig. 6 の通りである。

即ち，例えば図中の St. 3 と St. 2，又は St. 9 と St. 8 との関係において顕かに見られるように，一般にたとえ灼熱減量がより小さくても，$KMnO_4$ 消費量と灼熱減量との比，即ち C/I の値がより大きい場所では底土中の硫酸塩還元細菌数及び硫化物含有量がより大きいことが認められる。このことは，底土に含まれる有機物が量的にはたとえ比較的少くとも，質的に酸化分解され易い性質のものならば，其処に棲息する硫酸塩還元細菌にエネルギー源としてよく利用される結果この細菌の増殖乃至は硫酸塩還元作用が盛んに行われるが，底土中に含まれる有機物量が必ずしも少くなくても，それが所謂 marine humas[21] のような refractory な物質である場合には硫酸塩還元細菌は容易にはこれを利用し得ず，従つて底土中におけるこの細菌の生活作用は旺盛には行われないものと考えられる。

WAKSMAN[21] が指摘しているように，正常な海洋中に存在する有機物の濃度は極めて低く，しかもその大

部分が微生物により容易には分解利用され難い物質であり，温度等の外囲条件が揃つている海域では常に可利用有機物の濃度が海洋微生物の生育に対する制限要因となつているものと思われるが，硫酸塩還元細菌の場合も亦同様であつて，このような状態の正常海域に例えば工場廃水，都市廃水等により多量の可利用有機物が供給されると，其処に棲息する硫酸塩還元細菌がこれを利用して異常に増殖し，旺盛なactivity を表わすため硫化物の顕著な発生が惹起されるものと考えられる。

工場廃水の流入による水質汚濁について行われた多数の調査[9)10)11)]によれば，最も多くの被害件数を示しているのは，一般に腐敗分解され易い有機物を多量に含むパルプ，製紙及び食品工業関係の工場廃水であるが，これらの被害のうちの恐らく少からざる部分は上記のような機構で二次的に生産された硫化水素によるものであろうと思われる。

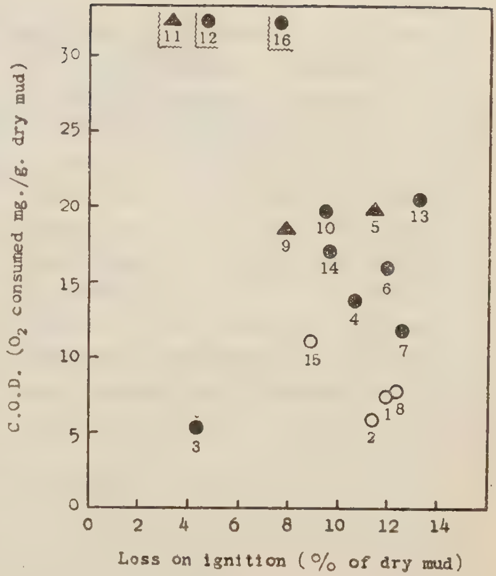


Fig. 6. Relation between C. O. D. and loss on ignition of bottom mud samples collected at various stations in Hiroshima Bay. ○ : 10^2-10^3 cells of sulfate reducers were contained in 1 g. of mud (wet basis); ● : 10^3-10^4 cells of sulfate reducers were contained in 1 g. of mud (wet basis); ▲ : 10^4-10^6 cells of sulfate reducers were contained in 1 g. of mud (wet basis).

摘　　要

パルプ及び製紙工場廃水の流入による水質汚濁の著しい広島湾の海水及び海底泥土中における硫酸塩還元細菌の分布状態の観察を，海水及び底土の硫化物含有量，有機物含有量その他二，三の物理，化学的特性の観測と並行して行つた結果，一般に海水中に浮游して存在する硫酸塩還元細菌数は少く，地点や深度による差は殆んど認められなかつたが，底土中に存在する硫酸塩還元細菌数は海水中のそれに比して遙かに多く，地点により著しい差が認められ，その数と底土の硫化物含有量との間には相関々係が存在し，又これらと底土の $KMnO_4$ 消費量との間にも密接な相関々係が存在することが明かになつた。パルプ及び製紙工場廃水により濃厚に汚染された海域の底土は屢々異常に大きい硫酸塩還元細菌数及び異常に高い硫化物含有量を示したが，これはこのような海域に供給される豊富な可利用有機物が，底土中に存在する硫酸塩還元細菌の発育及び activity を異常に高めたことによるものと思われる。

終りに，観測に際して種々御援助を賜つた内海区水産研究所花岡所長，新田部長，荒川技官，杉本技官，並びに本教室田中幹夫助手に深謝する。

本研究費の一部は日本ユネスコ国内委員会の委託研究費によつた。発長を許可せられた同委員会に謝する。

文　　献

1) 宮地伝三郎： 水産研誌.，**23**，171—179 (1928).
2) D. Miyadi : *Japan. Jour. Zool.*，**3**，259—297 (1931); **4**，41—79 (1932).
3) 清石礼造，富山哲夫： 海洋会誌.，**1**，75—84 (1942).
4) 清水光夫，倉茂英次郎： 気象集誌，**12**，134—140 (1933).
5) 川名　武： 水産研誌，**31**，395—400，424—439，486—499 (1936).
6) 清石礼造，稲葉　俊，富山哲夫： 陸水雑誌.，**11**，137—145 (1942).
7) 土屋靖彦： 本誌.，**13**，113—114 (1947).
8) 富山哲夫，山川朝義： 日水会誌.，**15**，491—495 (1949).
9) 農林省水産局： 水産増殖調査書，第 3 冊 (1926).

10) 農林省水産局： 水質保護に関する調査 (1932).
11) 農林省水産庁： 内水面漁業資料，第 13集 (1950).
12) S. Yoshimura : *Geophys. Mag.*, **6**, 315—321 (1932).
13) 吉村信吉，和田憲夫： 陸水雑誌., **8**, 68—78 (1938).
14) S. Yoshimura and T. Wada : *Proc. Imp. Acad. Japan*, **14**, 114—119 (1938).
15) 岡田光世： 本誌., **6**, 327—333 (1938).
16) M. Kimata : *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.*, **7**, 139—143 (1938).
17) C. E. ZoBell and C. B. Feltham : *Bull. Scripps Inst. Oceanogr., Tech. Ser.*, **3**, 279—296 (1934).
18) 富山哲夫，神崎嘉瑞夫 ：本誌., **17**, 115—121 (1951)
19) 日本気象学会： 海洋観測法，5 版 (1949).
20) F. D. Sisler and C. E. ZoBell : *Jour. Bact.*, **62**, 117—127 (1951).
21) S. A. Waksman : *Soil Sci.*, **36**, 125—147 (1933).

海洋性硫酸鹽還元細菌に関する研究—II.
海洋性硫酸鹽還元細菌の硫酸鹽還元作用に及ぼす各種環境要因の影響について（その1）

木 俣 正 夫・門 田 元・畑 幸 彦・田 島 卓 明
（京都大学農学部水産微生物学研究室）

Studies on the Marine Sulfate-reducing Bacteria—II. Influences of Various Environmental Factors upon the Sulfate-reducing Activity of Marine Sulfate-reducing Bacteria (1)

Masao KIMATA, Hajime KADOTA, Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA

The present paper is concerned with the influences of temperature, pH value and salinity upon the sulfate-reducing activity of marine sulfate-reducing bacteria.

It is thought that these environmental factors are primarily affecting the development of sulfides in the bottom mud of coastal regions of the sea receiving a large quantity of industrial drainage from pulp manufactories[1].

It was therefore hoped that the information obtained would provide a better understanding of the sulfides production in such regions of the sea, about which very little is known at present.

The development of sulfides in the sea water medium inoculated with the pure culture of marine sulfate-reducing bacteria was observed at various temperatures, at various pH values and at various salinities.

The results obtained are shown in Figs. 1, 2, 3 and 4, and may be summarized as follows:

1) The marine sulfate-reducing bacteria grew well over the range 20–40° C but failed to grow at 15.5°C and 45°C. The optimum temperature for the production of sulfides was at about 35°C. Below 35°C sulfides were more vigorously produced with raising of temperature.

2) The sulfate reduction by this organism occurred within relatively narrow pH range 5.8–7.5. The maximum production of sulfides resulted at pH 6.5.

3) The sulfate reduction by this organism occurred over the relatively wide range of salinity 1.5–6.1%. The maximum development of sulfides was obtained in the medium having a salinity of 3%.

第1報[1]において，著者らはパルプ工場廃水の流入する沿岸海域における硫化水素及び硫化物の生成には硫酸塩還元細菌が重要な役割を演じていることを明かにしたが，本報においてはこのような汚濁海域における硫化水素及び硫化物生成の機構を解明するための基礎的研究として，先ず汚濁海底泥土より硫酸塩還元細菌を分離し，その硫酸塩還元作用が温度，pH 価及び食塩濃度等の各種環境要因によつて如何なる影響を受けるかを検討した。

実　　験

（1） 汚濁海底泥土よりの硫酸塩還元細菌の分離

汚濁海底泥土よりの硫酸塩還元細菌の純粋分離には，下記の方法を用いた。

汚濁海域の底土を採泥器で無菌的に採り，その少量を白金耳で Medium 1[1] に接種して 30°C に保つ。

1955 年1月 17 日受理

硫酸塩還元細菌が存在すれば 2，3 日で硫化水素の発生による特異な臭を生じ，又硫化鉄の生成のため培養基は黒変する。これを同じ組成の新しい培養基に数回繰返し移植して淘汰増菌する。

次に，この淘汰集積培養を滅菌海水で数段階に稀釈し，この稀釈液の少量宛を寒天濃度を 1.5％とした以外は Medium 1 と同じ組成をもつ固形培養基（予め加温融解しておいたもの）に接種してよく混和する。次いで凝固しないうちに，予め滅菌しておいた細いガラス管中にこれを吸い込み，両端をバーナーで熔封して空気の侵入を遮断する。

このものを 30°C に保つと 2，3 日で硫酸塩還元細菌の集落が形成される。この細菌の集落は硫化鉄のために黒色を呈するので，容易に他の細菌のそれと識別される。独立した集落を生じた適当な稀釈度のガラス管を集落の近くで切り，白金線で集落から釣菌して Medium 1 に接種する。この操作を数回繰返すと，細菌は培養的にも顕微鏡的にも純粋になる。

以上の方法により，舞鶴湾及び広島湾の底土から数株の硫酸塩還元細菌が純粋に分離された。それらはいずれもその形態､培養学的諸性質及び生理学的諸性質において *Desulfovibrio aestuarii* VAN DELDEN[2] に酷似し，恐らくこれと同一種に属するものと思われるが，この点に関する詳細な討議は後報に譲ることとする。

（2） 海洋性硫酸塩還元細菌による硫化物の生成に及ぼす温度の影響

(1) の操作により純粋分離された硫酸塩還元細菌を少量宛（予め Medium 1 で 3 日間 30°C で培養されたものを 1 cc/L 宛）Medium 1 に接種して 15.5, 20, 25, 30, 35, 40, 45°C の各温度で培養し，一定時間毎に培地の全硫化物量を定量して硫化物の生成に及ぼす温度の影響を検討した。なお培養には，培養基を高層に容れて綿栓を施した三角フラスコを用い，培地中への空中酸素の侵入を遮断して培地を嫌気的状態に保たしめるため，及び発生する硫化水素の逸散を可及的に防ぐために，滅菌した流動パラフィンを約 1.5 cm の厚さに加えて培地を覆つた。硫化物の定量は富山・神崎[3] の半微量定量法に準じて行つた。その結果は，Fig. 1 に示す通りである。

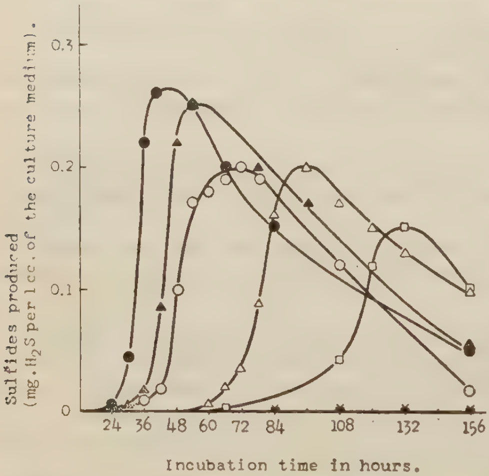


Fig. 1. Development of sulfate-reducing bacteria at various temperatures.
×：15.5°C；□：20°C；△：25°C；▲：30°C；●：35°C；○：40°C；■：45°C.

即ち，硫化物の生成速度は 35°C において最も大きく 30°C がこれに次ぎ，40°C，25°C 及び 20°C の順に順次生成がおくれた。15.5°C 及び 45°C では約 1 週間後にも硫化物の生成が全く認められなかつた。又硫化物生成速度の大きいもの程，一般にその最大値は高く現われた。何れの場合にも，硫化物は最大値に達した後速かに減少したが，この理由は明かではない。恐らく発生した硫化水素の一部が培養基中に蓄積されずに，空気中に逸散したのではあるまいか。而して，一般に高温におけるもの程硫化物含量の減少速度は大であつた。

以上の結果，この細菌による硫酸塩の還元即ち硫化物の生成に対する最適温度は 35°C 附近であつて，これを遠ざかるに従つてその activity は弱くなり，15.5°C 及び 45°C では全く硫化物が生成されないことが明かになつた。

（3） 海洋性硫酸塩還元細菌による硫化物の生成に及ぼす pH 価の影響

実験（2）と同じく三角フラスコに高層に分注した Medium 1 の組成の培養基を，稀硫酸又は稀い苛性ソーダ溶液で夫々 pH 2.8, 4.0, 5.0, 5.8, 6.5, 7.5, 8.5 及び 9.5 に調整し，これらにこの細菌の純粋培養を少量宛（pH 7.5 の Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養したものを 1 cc/L 宛）接種して 30°C で培養し，生成される硫化物を定量して硫酸塩還元に及ぼす培地 pH 価の影響を調べた。その結果は Fig. 2 に示す通りである。

硫化物は pH 6.5 及び 7.5 において最も速かに生成され，これらに次いで pH 5.8 におけるものが顕著

な硫化物の生成を示した。これらのものでは，何れも硫化物の生成に伴つて培地の pH 価が漸次降下又は上昇して pH 6.5 に漸近した。以上三者以外では 60 時間を経ても硫化物の生成が全くみられなかつた。即ち，この硫酸塩還元細菌の発育可能な pH 価の範囲は比較的狭く pH 5.8～7.5 の附近であり，最適 pH 価は 6.5～7.5 附近であると考えられる。

（4） 海洋性硫酸塩還元細菌による硫化物生成に及ぼす食塩濃度の影響

蒸溜水で稀釈し又は濃縮して種々の塩分濃度に調整した海水を用いて Medium 1 の組成の培養基を調製し，(2)と同じく三角フラスコに高層に分注し，これに硫酸塩還元細菌の純粋培養を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養したものを 1 cc/L 宛）接種して 30°C で培養し，培養時間の経過に伴う培地の硫化物含有量の消長を調べた結果は Fig. 3 及び Fig. 4 に示す通りである。

これによれば，食塩濃度が 3.0 %のときに硫化物の生成が最も速かであり，3.5 %及び 4.0 %がこれに次いだ。これらの濃度を離れるに従って硫化物の生成は順次緩慢となり，1.0%以下及び 6.5 %以上の濃度では 80 時間後にもなお硫化物の生成が全く認められなかつた。

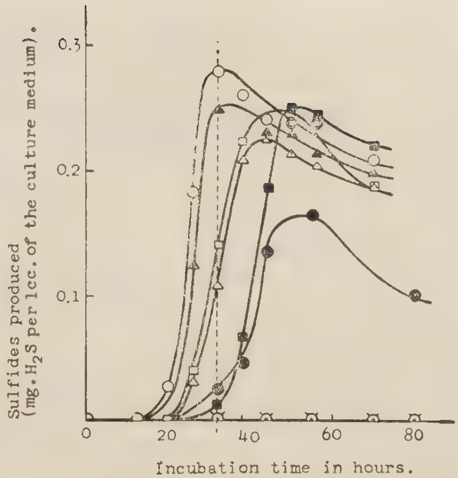


Fig. 2. Development of sulfides by sulfate-reducing bacteria at 30°C under various pH values. ▲ : pH 2.8, 4.0 and 5.0 ; △ : pH 5.8 ; ○ : pH 6.5 ; ● : pH 7.5 ; × : pH 8.5 and 9.5.

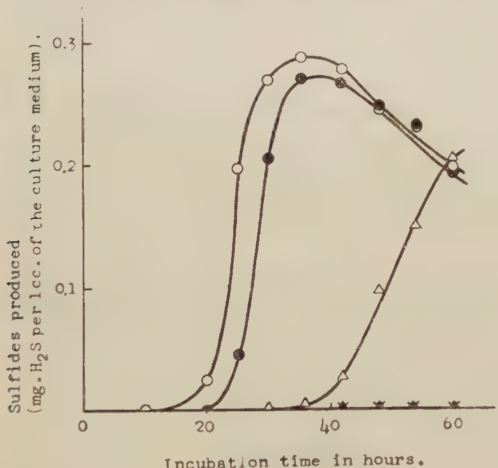


Fig. 3. Development of sulfides by sulfate-reducing bacteria in the media prepared with different concentration of sea water.
× : 0, 0.5 and 1 % NaCl ; ▨ : 1.5 % NaCl ; □ : 2 % NaCl ; ○ : 3 % NaCl ; ▲ : 4 % NaCl ; △ : 5 % NaCl ; ● : 6 % NaCl ; ◉ : 6.5 and 7.0 % NaCl.

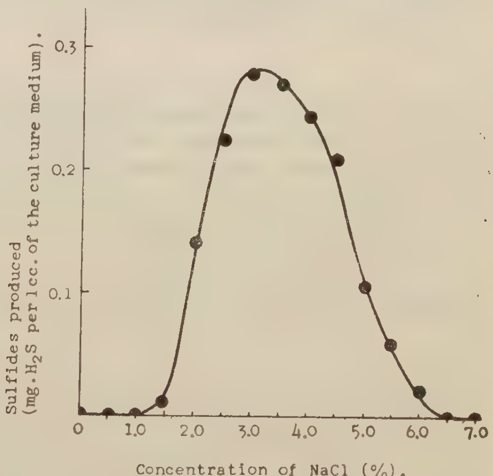


Fig. 4. Fffect of salinity on the production of sulfides by the marine sulfate-reducing bacteria.

考　　　察

実験（2）の結果から，分離された細菌による硫化物の生成は比較的高温において盛んに行われ，その最適温度は 30～35°C であることが明かになつたが，この結果は先に木俣[4]が三方湖から分離した細菌について行った同様の実験で 10～26°C の範囲内では高温における程硫化物の生成速度が大きいことを観察したこ

とと一致する。このことから，海底泥土中における硫化物の生成は泥温が高い程旺盛に行われ，従つて季節的には夏季に，地形的には泥温の上昇し易い浅海域において特に著しく行われるものと予想される。

又実験（2）の結果によると，この細菌は 15.5°C 以下では全く硫化物を生産しなかつた。この事実は第1報[1]に示した観測結果，即ち 15.5°C 以下の低温の底土中にも多数の硫酸塩還元細菌が見出され，底土の硫化物の含有量も多かつたと云う事実と矛盾するように見えるが，これは自然状態においては他の共存細菌の助棲作用等により，このような低温でも海洋性硫酸塩還元細菌がある程度その activity を発揮し得ることを意味するのではあるまいか。なお，この細菌の硫酸塩還元作用に対する最適温度及び発育温度範囲は，Beijerinck[5] 及び Rittenberg[6] がそれぞれ *Spirillum desulfuricans* 及び *Desulfovibrio aestuarii* について観察した結果と略々一致し，Elion[7] が *Vibrio thermodesulfuricans* について観察した結果とは異つている。又この細菌は Baars[8] が分離した細菌のように広範囲の温度に適応して生育することは出来なかつた。

実験（3）で得られた結果によると，この細菌による硫酸塩の還元は pH 6.5～7.5 で最も盛んに行われ pH 5.0 以下及び 8.5 以上では行われなかつたが，この結果は Rittenberg[6] による海洋性種についての観察結果と略々一致した。自然界における海底泥土は普通 pH 7.0 附近を示し，酸性又はアルカリ性の廃水が流入しても海水及び海底泥土の緩衝作用のために排水口直前を除いては底土は略々中性附近の水素イオン濃度を保つのが普通である[9]から，一般には水素イオン濃度は底土中における硫酸塩還元細菌の activity を制限する要因とはならないものと考えられる。

硫酸塩還元細菌の発育可能な食塩濃度の範囲又は最適食塩濃度は，この属の細菌の分類学上の重要な標徴の一つとされている。[10] 即ち，従来この属の細菌の発育と培地の食塩濃度との関係については多種多様の報告がなされているが，[8),11),12),13),14),15)] Bergey's Manual 6th ed.[10] では 3 %附近に至適食塩濃度をもつものが唯一の海洋性種として他の 2 種の淡水性種と区別されている。

実験（4）から明かなように，こゝに得られた細菌は食塩濃度 1.5～6.0 %の範囲内で生育し，その最適食塩濃度は 3 %附近であつて，van Delden[2] 及び Rittenberg[6] がそれぞれ海底から分離したものについて観察した結果と略々一致し，Baars[8] が観察したような広範囲に亘る著しい適応性は，認められなかつた。即ち，この細菌は典型的な海洋性種であると考えられる。従つて，この細菌による硫酸塩還元作用は，淡水又は汽水中でよりも海水中において盛んに行われるものと考えられる。

摘　　要

汚濁海域の海底泥土より硫酸塩還元細菌を純粋分離し，これを種々の温度，pH 価及び食塩濃度の下で培養して生成される硫化物を定量し，次のことを明かにした。

1. 分離された細菌の発育及び硫酸塩還元作用は 30～35°C において最も盛んに行われ，これを離れるに従つて微弱となり，15°C 以下及び 45°C 以上ではその activity は全く停止した。

2. この細菌の発育及び硫酸塩還元作用は pH 6.5～7.5 において最も盛んに行われ，pH 5.0 以下及び 8.5 以上ではその activity は停止した。

3. この細菌の発育可能な食塩濃度範囲は 1.5～6.0 %であり，その至適濃度は 3.0 %附近であつた。

本研究費の一部は，日本ユネスコ国内委員会の委託研究費によつた。発表を許可せられた同委員会に謝する。

文　　献

1) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明： 本誌., **21**, 102～108 (1955).
2) van Delden : *Zentbl. f. Bakt.*, II Abt., **11**, 81-94, 113-119 (1904).
3) 富山哲夫・神崎嘉瑞夫： 本誌., **17**, 115-121 (1951).
4) Masao Kimata : *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **7**, 137-143 (1938).
5) M. W. Beijerinck : *Zentbl. f. Bakt.*, II Abt., **1**, 1 (1895).
6) S. C. Rittenberg : *Dissertation* No. 650, Univ. Calif., La Jolla (1941), pp. 115.
7) L. Elion : *Zentbl. f. Bakt.*, II Abt., **63**, 58-67 (1924).
8) J. K. Baars : *Dissertation*, Delft, Holand (1930), pp. 164.
9) 杉本仁彌・新田忠雄： 水産庁内海区水研報告., 第3号, pp. 33-39 (1953).
10) R. S. Breed, E. G. Murray and A. P. Hitchens : "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology" 6th ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore (1948), pp. 207-209.
11) S. S. Chait : *Ber. Wiss. Forsch.* Inst. Odessa, **1**, no. 10-11 (1924).
12) L. I. Rubentschik : *Zentbl. f. Bakt.*, II Abt., **73**, 483-496 (1928).
13) Gahl, Rudolf and B. Anderson : *Zentbl. f. Bakt.*, II Abt., **73**, 331-338 (1928).
14) Ginsburg—Karagitscheva : *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.*, **17**, 52-65 (1933).
15) R. L. Starkey : *Koninkl. Nederland. Akad. U. Wetenschappen, Proc.*, **41**, 425 (1938); *Arch. f. Microbiol.*, **9**, 268-304 (1938).

海洋性硫酸塩還元細菌に関する研究—III. 海洋性硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす各種環境要因の影響について（その2）

木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明
（京都大学農学部水産微生物学研究室）

Studies on the Marine Sulfate-reducing Bacteria—III. Influences of Various Environmental Factors upon the Sulfate-reducing Activity of Marine Sulfate-reducing Bacteria (2)

Masao KIMATA, Hajima KADOTA, Yoshihiko HATA and Takaaki TAJIMA

Influences of oxidation-reduction potential and various kinds of metalic ion upon the activities of marine sulfate-reducing bacteria were preliminarily studied. These enviromental factors are presumably affecting the development of sulfides in the bottom mud of the sea, and it is thought that the knowledge concerning this problem may be of use in the solution of the problem of the industrial pollution in the coastal waters.

The effect of oxidation-reduction potential upon the development of the sulfate-reducing bacteria was studied, using the media containing L-ascorbic acid in various concentrations, by means of the pureculture, the mixed culture and the crude culture.

The results obtained are shown in Table 1, and may be summarized as follows :

(1) In the form of pure cultures, the marine sulfate-reducing bacteria could not develop in the media which contained L-ascorbic acid in the concentrations of less than 10 mg./L.

(2) In the cases of mixed cultures or crude cultures, the marine sulfate-reducing bacteria were able to develop in the media containing no L-ascorbic acid. It is thought that in the cases of these cultures, aerobic bacteria existing together with the marine sulfate-reducing bacteria in the media had previously prepared the anaerobic conditions for the growth of the sulfate reducers.

(3) The initial stationary period of the growth of the sulfate reducers was progressively shorter with the increasing of concentration of L-ascorbic acid in the media.

Using medium 2 as the basal medium, stimulative and inhibitory effects of Fe^{++}, Mn^{++}, Zn^{++}, Co^{++}, and Cu^{++} upon the sulfate-reducing activity of the marine sulfate-reducing bacteria were studied by the pure cultures.

The results obtained are shown in Figs. 1 and 2. As may be seen, when a considerable amount of Mg and a trace of Fe were contained in the cultures, the development of sulfides was stimulated by the addition of Fe^{++}, and somewhat or completely inhibited by the addition of Mn^{++}, Zn^{++}, Co^{++} and Cu^{++}. No antagonistic action of Mn^{++} upon Fe^{++} was observed in the sulfate-reduction.

Using the basal medium which was perfectly deficient in Mg^{++} and Fe^{++}, the metalic ion growth requirements of marine sulfate-reducing bacteria were studied by the pure cultures.

The results obtained are shown in Tables 2 and 3 and may be summarized as follows :

(1) Mg^{++} and Fe^{++} were essential for the development of the marine sulfate-reducing bacteria.

(2) The concentration of Mg^{++} required for the growth of the marine sulfate-reducing bacteria were somewhat higher than that of Fe^{++}.

1955年1月17日受理

第Ⅱ報[1]においては海洋性硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす温度，pH 価及び食塩濃度の影響を明かにしたが，本報においてはこれらの諸要因と相俟つて海底泥土中における硫化物の生成に大きい影響を及ぼすものと予想される酸化還元電圧及び各種金属イオンが，この細菌の発育並びに硫酸塩還元作用に対して如何なる影響を与えるかを検討した。

実　　験

（1） 海洋性硫酸塩還元細菌の発育と培地の L-ascorbic acid の濃度との関係

硫酸塩還元細菌は偏性嫌気性細菌であつて，嫌気的条件下，即ち低い酸化還元電圧の下においてのみ生育することが出来る。著者らは従来このような嫌気的条件を与えるために培地に L-ascorbic acid を添加して培養を行つて来たが，今回はこの細菌の発育に及ぼす培地の酸化還元電圧の影響を明かにするための予備的実験として，この細菌の発育と培地の L-ascorbic acid の濃度との関係について次の実験を試みた。

Medium 1[2] から L-ascorbic acid を除いたものを基礎培地とし，これに L-ascorbic acid を種々の濃度に添加し，これらの各々に硫酸塩還元細菌の純粋培養，粗培養又は混合培養* を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養されたものを 0.01 cc/L 宛）接種して 30°C で培養し，それらの発育の有無を肉眼観察によつて判定した。その結果は Table 1 に示す通りである。

Table 1. Development of the sulfate-reducing bacteria in the media containing L-ascorbic acid in various concentrations at 30°C.

Incubation time (hrs.)		30			36			42			54			70			144		
Inoculant*		P	M	C	P	M	C	P	M	C	P	M	C	P	M	C	P	M	C
Concentration of L-ascorbic acid (mg./L.)	0	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	+	+
	5	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	+	+
	10	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	±	−	−	+	+	−	+	+
	15	−	−	−	±	+	−	+	+	−	+	+	−	+	+	+	+	+	+
	20	±	±	−	+	+	−	+	+	−	+	+	−	+	+	+	+	+	+
	25	±	+	−	+	+	−	+	+	−	+	+	±	+	+	+	+	+	+

* P : Pure culture of the sulfate reducer.
M : Mixed culture of the sulfate reducer and certain aerobic marine bacteria.
C : Crude culture of the sulfate reducer.

即ち，純粋培養は 15 mg/L 以上の L-ascorbic acid を含む培地においては何れも 42 時間培養後に既に旺盛な発育を遂げたが，L-ascorbic acid の濃度が 10 mg/L 以下の培地では 140 時間後にも発育が全く認められなかつた。一方，粗培養及び混合培養は L-ascorbic acid の濃度の低い培地ではそれの高い培地に比してその発育がかなりおくれたが，70 時間後にはすべての濃度の培地において一様に旺盛な発育を示した。

この培養条件下では，海洋性硫酸塩還元細菌は単独ではその培地に 15 mg/L 以上の L-ascorbic acid が存在しなければ発育できないが，粗培養及び混合培養では，先ず共存する好気性細菌が発育して酸素を消費し，そのため培地が嫌気的になるから，L-ascorbic acid を全く含まない培地においても 15 mg/L 以上の濃度に L-ascorbic acid を含むものにおけると同様にこの細菌が充分発育し得たのであろう。なお，L-ascorbic acid の濃度が 10 mg/L 以下の培地では，混合培養及び粗培養における硫酸塩還元細菌の発育速度が L-ascorbic acid を 15 mg/L 以上の濃度に含有する培地におけるそれよりもかなり遅れたが，これは共存する助壊細菌が先ず発育し培地内の酸素を消費して培地の酸化還元電圧がある程度低下した後，始めて硫酸塩還元細菌が発育し得るようになるために，硫酸塩還元細菌の発育の initial stationary period が長びいたものと思われる。

* 別に分離された 2 種の好気性海洋細菌（*Achromobacter* に属すると思われるもの）を純粋培養に加えたもの。

(2) 海洋性硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす各種金属イオンの影響

一般に，各種金属イオンのうちには微生物の発育或はその営む代謝作用に必須のものもあり，又これらに対して促進的に作用するものもあるが，逆にこれらに対して阻害的に作用するものもあることが知られている。海底泥土中における硫酸塩還元細菌の発育及びその硫酸塩還元作用も，恐らく各種の共存金属イオンにより諸種の影響を受けるものと予想されるが，従来硫酸塩還元細菌の発育及びその硫酸塩還元作用と金属イオンとの関係について行われた研究は少なく，小山及び菅原[3]，及び村上[4]が湖底における硫酸塩還元作用と Mn^{++} 及び Fe^{++} との関係について行つた予察的報告があるに過ぎない。仍つて，著者らは海洋性硫酸塩還元細菌についてこの問題を究明するため，次の二，三の基礎的実験を試みた。

(A) $MgSO_4$ を硫酸源とする培地における硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす Fe^{++}，Mn^{++}，Zn^{++}，Co^{++} 及び Cu^{++} の影響

$MgSO_4$ を硫酸源とした人工海水培地 Mediun 2 を基礎培地とし，これに Fe^{++}，Mn^{++}，Zn^{++}，Co^{++}，又は Cu^{++} の硫酸塩を夫々 0.6 mM の濃度に加え，これらの各々に硫酸塩還元細菌の純粋培養を少量宛（Medium 1 で3日間 30°C で前培養したものを 0.1 cc/L 宛）接種し 30°C で培養して，生成される硫化物を定量した。その結果は Fig. 1 の通りである。

Medium 2*

Peptone	5.0 g.
Ca-lactate	3.0
K_2HPO_4	1.0
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	10.0
NaCl	30.0
L-Ascorbic acid	0.1
Agar	3.0
Distilled water	1,000 ml.

pH 7.5

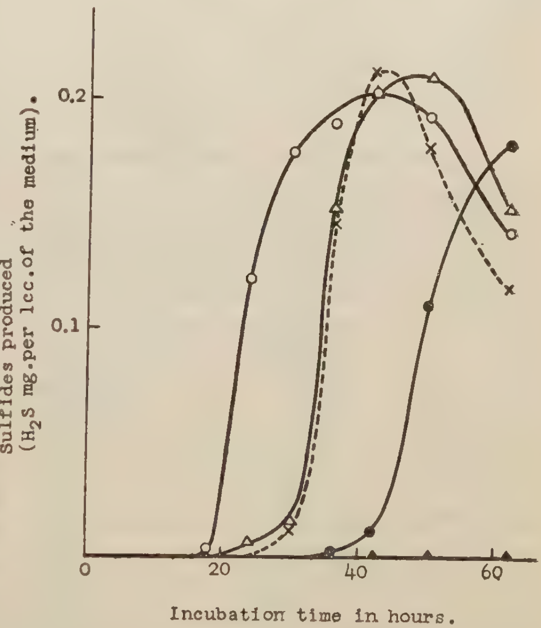


Fig. 1. Development of sulfides by the sulfate-reducing bacteria in the medium 2 added with various kinds of metalic ions at 30 C.
× : Control ; ○ : 0.6 mM $FeSO_4$;
△ : 0.6 mM $MnSO_4$; ● : 0.6 mM $ZnSO_4$;
▲ : 0.6 mM $CoSO_4$ or $CuSO_4$.

即ち，硫化物の生成は Fe^{++} を加えたもので最も速かに行われ，Mn^{++} を加えたものがこれに次ぎ，Zn^{++} を加えたものでは更にかなりおくれ，Co^{++} 又は Cu^{++} を含むものでは 62 時間を経ても硫化物の生成が全く認められなかつた。又，これらの重金属イオンを含まない対照培養では，Mn^{++} 含有の培地におけると殆んど同様の速度で硫化物が生産された。

従つて以上のことから，硫酸源として $MgSO_4$ を含有する培地におけるこの細菌の発育**及び硫酸塩還元作用は Fe^{++} によつて促進され，Zn^{++} によつては一部阻害を受け，Co^{++} 又は Cu^{++} によつては全く阻止され，Mn^{++} によつては殆んど影響を受けないことが明かになつた。

次に，小山及び菅原[3]が湖底泥土について行つた実験において観察したような，硫酸塩還元作用に対する Fe^{++} と Mn^{++} との拮抗作用が海洋性硫酸塩還元細菌の培養においても見られるか否かを明かにするために，Medium 2 に Fe^{++} 及び Mn^{++} を種々の比率で同時に加えた数種の培養基を作り，これらに海洋性硫

* Although no Fe^{++} was contained in this medium, a trace of Fe (about 0.00007 mg. atoms/L.) contained in the inoculants employed was brought into cultures.

** 硫酸塩還元作用は必ず細菌の発育に伴つて行われるから，培地中に存在する硫酸塩が還元されるか否かによつて細菌の発育の有無を判定することができる。

塩還元細菌の純粋培養を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養したものを 0.1 cc/L 宛）接種して 30°C で培養し，生産された硫化物を定量した。その結果を Fig. 2 に示す。

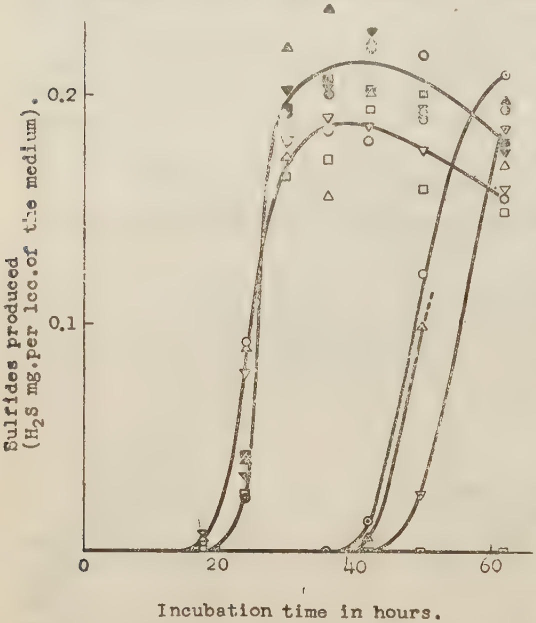


Fig. 2. Development of sulfides by the sulfate-reducing bacteria in the medium 2 added with $FeSO_4$ and $MnSO_4$ in various concentrations at 30°C.

Concentrations of the salts added.

	$FeSO_4$(mM),	$MnSO_4$(mM)
◎ :	0 ,	0
◬ :	0 ,	0.03
▽ :	0 ,	0.3
▣ :	0 ,	3.0
● :	0.3,	0
▲ :	0.3,	0.03
▼ :	0.3,	0.3
■ :	0.3,	3.0
○ :	3.0,	0
△ :	3.0,	0.03
▽ :	3.0,	0.3
□ :	3.0,	3.0

これによれば，Fe^{++} が培地 1 L 当り 0.3 mg atoms 又は 3 mg atoms 存在するときには，共存する Mn^{++}の濃度が 0～3.0 mg atoms/L に亘つて増減しても硫化物の生成は殆んど影響を受けなかつたが，Fe^{++} が存在せず* に Mn^{++} だけが単独で存在するときには，硫化物の生成がかなりおくれた。而してこのおくれ方は Mn^{++} の濃度が 0～0.3 mg atoms/L の範囲内では Mn^{++} の濃度により顕著な影響を受けなかつたが，Mn^{++} の濃度が 3.0 mg atoms/L の培地では硫化物の生成は完全に阻止された。

即ち以上の結果，海洋性硫酸塩還元細菌の発育及び硫酸塩還元作用に対しては小山・菅原らの報告しているような Fe^{++}とMn^{++}との拮抗作用は見られないが，Fe^{++} が存在しない場合* に高濃度に Mn^{++} が存在すれば海洋性硫酸塩還元細菌の発育及び硫酸塩還元作用は阻害されることが明かになつた。

(B) Mg^{++} を含まない培地における硫酸塩還元細菌の硫酸塩還元作用に及ぼす Fe^{++}, Mn^{++}, Zn^{++}, Co^{++} 及び Mg^{++} の影響

以上の実験に用いた培地は何れも Medium 2 を基礎培地としたものであるから，多量の Mg^{++} を含んでいる。そこで次に，Mg^{++} の共存しない場合における各種金属イオンの影響を観察するために次の実験を行つた。

Medium 2 から $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ を除いたものを基礎培地とし，これに Fe^{++}, Mn^{++}, Co^{++}, Zn^{++} 又は Mg^{++} の各硫酸塩をそれぞれ 0.6 mM 又は 1.2 mM の濃度に加え，これらに硫酸塩還元細菌の純粋培養を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養したものを 0.01 cc/L 宛）接種し，30°C で 7 日間培養して発育の有無を観察した。その結果は Table 2 に示す如く，何れの培地においても全く発育が

Table 2. Development of the sulfate-reducing bacteria in the medium** added with various metaric ions at 30°C after 7 days.

Ion added		Fe^{++}	Mn^{++}	Co^{++}	Zn^{++}	Mg^{++}
Concentration of ions (mg. atoms/L.)	0.6	–	–	–	–	–
	1.2	–	–	–	–	–

** Each metalic ion for test was added in the form of sulfate. Composition of the basal medium used was similar to that of the medium 2 with the exception of the content of $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ was not contained in the basal medium employed.

* この実験に用いた培地自身は Fe^{++} を全く含まなかつたが，接種に伴つて前培養から導入された微量の Fe^{++} の影響が無視され得ないことが実験（B）の結果判明したので，この表現は厳密には「Fe^{++} が極く微量に存在する場合」と改めなければならない。

認められなかつた。

即ち，この細菌は培地中に Fe^{++}, Mn^{++}, Co^{++}, Zn^{++} 又は Mg^{++} が夫々単独で存在する場合には全く生育しないことが明かになつた。

次に，以上の実験と同様に Mg^{++} 欠除の培地を基礎培地とし，これに Fe^{++} 及び Mg^{++} の硫酸塩を種々の比率で同時に加え，これらに純粋培養を少量宛（Medium 1 で 3 日間 30°C で前培養したものを 0.01 cc/L 宛）接種して 30°C で培養し，生成する硫化物を定量した。その結果を Table 3 に掲げる。

Table 3. Development of sulfides by sulfate-reducing bacteria in the medium * added with Mg^{++} and Fe^{++} ions in various concentrations at 30°C.

Concentration of ions (mg. atom / L)										
	Mg^{++}	0	0	5.0	0.05	0.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Fe^{++}	0	5.0	0	2.5	2.5	0.05	0.25	0.5	2.5
Development of sulfides	for 30 hrs.	−	−	−	−	−	−	+	++	++
	45 〃	−	−	−	−	++	+	++	+++	+++
	60 〃	−	−	−	±	+++	+++	+++	+++	+++
Amount of sulfides determined after 60 hours' incubation (H_2S mg./cc.)		0	0	0	0.003	0.065	0.063	0.067	0.070	0.114

* Each metalic ion for test was added in the form of sulfate. Composition of the basal medium used was similar to that of the medium 2 with the exception of the content of $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ was not contained in the basal medium employed.

即ち，Mg^{++} 及び Fe^{++} が全く存在しないか，又は何れか一方しか存在しない場合には硫化物は全然生成しなかつたが，培地 1 L 当り Mg^{++} が 0.05 mg atoms と Fe^{++} が 2.5 mg atoms 存在すれば硫化物は極めて僅かに生産され，Mg^{++} が 0.5 mg atoms/L と Fe^{++} が 2.5 mg atoms/L 存在すれば顕著な硫化物の生成がみられ，Mg^{++} が 2.5 mg atoms/L 存在する場合には Fe^{++} の濃度が 0.05～2.5 mg atoms/L の範囲内で顕著に硫化物が生産された。而してこの場合には，生産された硫化物の絶対量は Fe^{++} の濃度の如何に拘らず大差はなかつたが，硫化物の生成速度は Fe^{++} の濃度の高低により差がみられ，一般に Fe^{++} の濃度の高いもの程硫化物の生成が速かであつた。

以上の実験の結果，次のことが明かになつた。(i) この細菌は培地中に Fe^{++}, Mg^{++}, Mn^{++}, Co^{++} 又は Zn^{++} がそれぞれ単独で存在する場合には全く発育し得ない。(ii) Mg^{++} 及び Fe^{++} は何れもこの細菌の発育及び硫酸塩還元作用に対して不可欠のイオンであるが，この細菌の必要とする Mg^{++} の濃度はそれの必要とする Fe^{++} の濃度よりも大きい。(iii) Fe^{++} はこの細菌の発育及び硫酸塩還元作用を促進する。

なお，この実験により得られた結果のうち，Fe^{++} が存在しない場合には Mg^{++} が存在してもこの細菌が全く発育し得ないと云う点は (A) の結果と矛盾するが，これは (A) においては接種量が 0.1 cc/L であり (B) では 0.01 cc/L であつたことによるものと思われる。即ち (B) では接種に伴つて導入された Fe^{++} を無視し得たが，(A) では接種により導入された極く微量の Fe*（約 0.00007 mg atoms/L）が既にこの細菌の Fe^{++} に対する要求をある程度充たしたものと思われる。このことから，この細菌がその発育及び硫酸塩還元作用に必要とする Fe^{++} の濃度は極めて低いことがわかる。

総　　括

(1) の実験結果から，培地の酸化還元電圧降下剤として L-ascorbic acid を用いる場合，海洋性硫酸塩還元細菌が単独で発育するためには培地が 15 mg/L 以上の L-ascorbic acid を含有していなければならないが，他の好気性細菌と共存する場合には，この細菌は L-ascorbic acid を全く含まない培地にも充分発育し得ることが明かである。海底泥土中ではこの細菌は極めて多くの好気性細菌と共存するものと考えられるから，一般には環境泥土の酸化還元電圧がこの細菌の activity を制限する要因とはなり得ないものと思われる。

* この Fe の大部分は FeS として存在し，Fe^{++} として存在するものはその小部分に過ぎないものと思われる。

実験(2)の結果，Mg^{++} 及び Fe^{++} はこの細菌の発育及び硫酸塩還元作用にとつて不可欠の要素であり，又ある一定の濃度範囲内ではこれらの金属イオンの濃度が高い程この細菌の発育は速かになることが明かになつたが，一面その発育速度の大小を考慮に入れなければ，この細菌の発育に必要なこれら金属イオンの最低濃度は極めて低く，Mg^{++} は 0.5 mg atoms/L，Fe^{++} は 0.00007 mg atoms/L 程度で一応この細菌の発育を支持し得ることから一般の沿岸海底においては，これらの金属イオンの濃度がこの細菌の activity を制限する要因となることは殆んどあり得ないものと考えられる。即ち，通常の海水中における Mg^{++} の濃度は平均 53.57 mg atoms/L[5] 程度で，この細菌の要求する最低濃度より遙かに高く，又 Fe のそれは平均 0.00003～0.0003 mg atoms/L[6] 程度(この細菌の主な発育環境である底土中では Fe イオンの大部分は Fe^{++} の形で存在するものと考えられる[3])であるが，沿岸海水の Fe 濃度は外洋水のそれより一般に高く，底土の Fe含有量は overlying water のそれより遙かに高いことが知られているから[7]，これも沿岸海底泥土中においては多くの場合恐らくこの細菌の最低要求濃度より高濃度に存在するものと考えられる。

又，Mn^{++}，Zn^{++}，Cu^{++} 及び Co^{++} はそれぞれ種々の程度にこの細菌の発育及び硫酸塩還元作用を阻害し，その傾向は *Clostridium perfringens* その他の細菌に対するこれらの金属イオンの影響について観察された結果[8,9]と概ね一致したが，普通の海底ではこれらの金属イオンがこの細菌の activity に影響を及ぼす程度の濃度に存在することは殆んどあり得ないものと考えられる。先に村上[4]は硫酸塩還元細菌の cell suspension による硫酸塩還元作用に及ぼす Fe^{++} 及び Mn^{++} の影響について行つた実験において，Mn^{++} はこの細菌の硫酸塩還元作用に対する Fe^{++} の影響を打消す効果を有することを観察したが，著者らの実験では Fe^{++} が極めて微量(約 0.00007 mg atoms/L)しか存在せず而も Fe^{++}に比して $MnSO_4$ が遙かに高濃度(3.0 mM)存在する場合にのみこの細菌の発育及び硫酸塩還元作用に対する Mn^{++} の阻害効果が見られ，$FeSO_4$ が 0.3 mM 以上の濃度に存在する場合には全くその阻害効果或は拮抗作用は認められなかつた。この相違は恐らく使用した菌株の差によると云うよりはむしろ cell suspension と培養との差に起因するものではないかと思われる。

摘　　要

1. 培地の酸化還元電圧降下剤として L-ascorbic acid を用いる場合，海洋性硫酸塩還元細菌が単独で発育するためには培地は 15 mg/L 以上の L-ascorbic acid を含むことが必要であるが，好気性細菌と共存する場合にはこの細菌は L-ascorbic acid を全く欠除した培地においても充分発育し得ることを観察した。

2. 海洋性硫酸塩還元細菌の発育及び硫酸塩還元作用にとつて，Mg^{++} 及び Fe^{++} は不可欠の要素であるが，Mn^{++}，Zn^{++}，Co^{++} 及び Cu^{++} は多少とも阻害的に作用することを明かにした。

本研究費の一部は日本ユネスコ国内委員会の委託研究費によつた。発表を許可せられた同委員会に謝する。

文　　献

1) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明： 本誌., **21**, 109～112 (1955).
2) 木俣正夫・門田　元・畑　幸彦・田島卓明： 本誌., **21**, 102～108 (1955).
3) T. Koyama and K. Sugawara : *J. Eearth Sci.*, Nagoya Univ., **1**, 24～34 (1953).
4) 村上枝彦： 愛知学芸大研究報告., **1**, 77～79 (1952).
5) T. G. Thompson and C. C. Wright : *J. Amer. Chem. Soc.*, **52**, 915～921 (1930).
6) H. U. Sverdrup et al. : "Ocean", 3 rd ed., Prentice-Hall, inc., New Youk (1949), pp. 176.
7) *Ibid.*, pp. 183.
8) K. Shanker and R. C. Bard : *J. Bact.*, **63**, 279～290 (1952).
9) J. C. Lewis : *Amer. J. Bot.*, **29**, 207～210 (1942); *J. Biol. Chem.* **146**, 441～450 (1942).

魚類の栄養に関する研究—V. 排泄物中の Ammonia-N 並びに Urea-N に就て

古川　厚・小笠原義光
（内海区水産研究所）

Studies on Nutrition of Fish—V. The Excretion of NH_3-N and Urea-N by Carp and Goldfish.

Atsushi FURUKAWA and Yoshimitsu OGASAWARA

During the course of an investigation on the digestibility of the protein in diets, our attention was attracted to the NH_3-N, and urea-N excreted by carp and goldfish.

This work was undertaken to determine quantitatively these substances excreted under several different conditions: A—Fish were fed in an approximately air-saturated water; B—Similar to A, but in a water deficient in O_2; C—Starved in O_2 sufficient water; D—Starved in water deficient in O_2

The results obtained were as follows:

(1) Under the normal condition (A), the form of the nitrogen excreted seems to be essentially NH_3-N (Table 3).

(2) When the fishes were kept starved or in a water of low O_2- content for a long time (B, C, D), urea-N excreted increases in amount (Table 1,2,4).

動物体内に於いて，蛋白質代謝最終物質は，大部分尿中に排泄される事は一般に知られている所である。従って体内に入った含窒素物として蛋白質が体内に於いて，いかに分解され，吸収，排泄されるかは，その動物の排泄物を見る事によって，大略を推察する事が出来る。此の意味で行われた研究は陸上動物では極めて多数にのぼっている。

一方魚類の排泄物に関する研究は極めて少なく，H. W. SMITH[1]，A. GROLLMAN[2]，R. F. PITTS[3]，A. L. GRAFFLIN[4] 等の比較生理，並びに魚体滲透圧に関連した研究が見られるに過ぎず，魚類栄養の面からの研究は殆どない様に考えられる。尚魚類の排泄物に関して，上記諸研究を綜合しても必ずしも一致した結論を得ているとは考えられず，H. W. SMITH はコイに就て尿中に排泄される NH_3-N は Urea-N より多いと報告し，A. L. GRAFFLIN は Sculpin に就て逆の結果を得ている。

著者等は飼料中の蛋白質の消化率を中心として，飼料の効果を魚体増肉との関係から吟味して来た[5)6)7,9)]。しかし今回は飼料蛋白質が魚体中でいかに変形されて行き，蛋白代謝がいかに行われるかを知るための第1段階として，排泄非蛋白態窒素の形態をキンギョ *Carassius auratus* 及びコイ *Cyprinus carpio* を使用して実験したのでその結果を報告する。

実験方法

使用したキンギョ，コイは何れも2才魚で，室内硝子容器中で予備飼育を行い，驚愕による異状を避ける事に努めた。魚体重の測定は右田等[9]の方法に準じ，NH_3-N, Urea-N の測定は，VAN SLYKE & CULLEN[10] の試薬に倣い，W. W. KAY & H. L. SHEEHAN[11] の用いた装置を幾分改良したものを使用して行った。即ち試料 10cc. を大型試験管にとり，NH_3-N の定量に際してはアミルアルコール2滴，飽和炭酸加里 5cc を加える。一方発生する NH_3-N を捕捉するために N/200 H_2SO_4 5cc. アミルアルコール2滴を入れた試験管を用意し，通気中に発生管の炭酸加里が受器に入らぬ様曲管で連絡した。通気は発生管を 45°C に加温しな

1955年4月21日受理　内海区水産研究所業績（印刷費負担）

から2時間継続し，滴定は沃度法によつた。Urea-N の定量は試料 10cc に燐酸塩緩衝液及び Urease のアルコール溶液 1cc を加え，NH_3-N 測定と同様の装置を使用し，45°C にて 30 分間 Urease を作用させた後，NH_3-N と全く同様に処理した。NH_3-N 量は飼育前後の水中の値より計算したものであり，Urea-N は使用した水そのものには検出されなかつたので，その量は飼育後の全 NH_3-N 量より前に述べた飼育後の NH_3-N 量を引き去つた値で示した。

溶存酸素量はウィンクラー法に依り，飼育水中の全非蛋白態窒素は，飼育水 100cc. を東洋濾紙 No.5A で濾過し，濾液に就て 3%スルフォサルチル酸溶液を全体に対して約 2%となる様に加え，蛋白質を沈澱濾過した後，その 50cc を硫酸で分解しミクロ・キェルダール法で測定した。

飢餓実験の場合は，予備飼育後4日間馬肉蛋白，精製馬鈴薯澱粉 1：2 混合物を糊状にしたものを毎日体重の 1/50（乾物量として）を給与した後絶食にした。測定は絶食4日目より始め，此の日を飢餓第1日とした。従つて飢餓第3日とは絶食日数で7日に相当する。飢餓実験中飼育水中に発生する微生物の影響を除くため毎日換水した。給餌区のものは前記餌料を毎日多量に与え，1時間餌摂させた後排泄槽に移し,24 時間後魚を取り出し，排泄槽中の飼育水に就て所定の定量を行つた。

実験は空気送入に依り水中酸素量を出来るだけ多くした場合と酸素欠乏の場合とについて行つた。酸素欠乏の程度は水中酸素量の測定に依り定めた場合もあるが，所謂〃鼻上げ〃を持続する事をもつて判定した場合も多い。尚魚を排泄槽に出し入れする場合は腹部を軽く圧して出来得る限り正確に時間内の排泄物を得る様に努めた。

実 験 結 果

得られた実験結果は Table 1～4 に示した。表中に Trace と記載したのは排泄量 0.4mg/100g 24hr 以下を示したものである。Table 5 は飼育水中の Urea が2次的に NH_3-N に変化するか否かの吟味結果である。即ち飼育水に既知量の Urea 結晶を入れ，一方はそのまゝにし，一方はトルオール，クロロホルム（1：1）混液を入れ防腐し，何れも 16～25°C に保ち一定時間後に測定した結果である。

考 察 及 び 結 論

NH_3-N 及び Urea-N の排泄におよぼす飢餓の影響は Table 1 に示す如く，キンギョでは飢餓第5日目頃より Urea-N が多くなる傾向が認められるが，NH_3-N の排泄量には変化が見られない。此の事は長期の絶食予備試験でも見られた。コイに就ては長期にわたる飢餓試験は行わなかつたので，キンギョの場合と類似の経過をたどるか否かは今の所不明であるが，少なくとも飢餓日数が本実験の範囲内では顕著な Urea-N の排泄量は認められない。キンギョとコイとで NH_3-N の排泄量が可成相異しているが，実験条件の差異を考えると，直ちに種に依る結果とするには尚問題がのこる。

飢餓で且つ酸素の少ない極めて悪条件の場合に就ては，Table 2 と Table 1 とのコイの例から NH_3-N の排泄量では大差がないが，Urea-N の排泄量は Table 2 の場合が多い様である。Urea-N の排泄量と飢餓との関係に就ての考察でコイは飢餓日数が少なかつたので変化は見られなかつたが，Table 2 の結果を考慮すれば，飢餓日数が延びると Urea-N の排泄量が多くなるのではないかと考えられる。

良好な飼育条件と考えられる Table 3 では，キンギョ,コイともに排泄非蛋白態窒素は NH_3-N が主体をなす様であり Urea-N は極めて少ない。尚飢餓日数が少ない場合は異状排泄が見られなかつた Table 1 の結果と Table 3 とを比較すると，Table 1 のコイに見られる NH_3-N の排泄量が，キンギョと比較して少なかつたのは主として水温に依る結果と考えられる。

充分な餌料を与えても酸素欠乏の場合は Table 4 に示す如く Urea-N の排泄量が多くなる傾向が認められる。

NH_3-N の排泄量と飼育条件との間には，二,三の例外はあるとしても，摂餌の如何に関せず酸素が充分だと NH_3-N の排泄量は多く，酸素が不充分な場合は少ない傾向が見られる。

以上の考察は体外に排泄された Urea が水中で2次的変化をうけない場合であつて，仮りに変化が起る時には，得られた結果は異つてくる。以上の事をたしかめる為飼育水に加えられた Urea 含量の時間的変化

Table 1. Results of 24 hour experiment on starved fish in water sufficient in O_2.

Sample no.	Body weight (g.)	Species	Total-N mg. per 100g. 24hr.	NH_3-N mg. per 100g. 24hr.	Urea-N mg. per 100g. 24hr.	O_2cc./L. Begin-ing	O_2cc./L. End	Days starved	Water temp. (°C.)
1	9.4	Goldfish	54.3	21.0	Trace	—	—	1	25
2	47.0	Carp	—	6.6	Trace	4.43	1.39	3	6–7
3	32.5	Carp	—	12.9	Trace	5.17	2.42	3	6–8
4	121.8	Carp	—	4.1	1.2	5.36	2.30	4	6-12
5	9.0	Goldfish	43.7	23.9	Trace	—	—	5	25
6	8.6	Goldfish	35.3	20.3	15.1	—	—	11	25
7	8.3	Goldfish	—	24.5	12.1	—	—	16	25

Table 2. Results of 24 hour experiment on starved fish in water deficient in O_2.

Sample no.	Body weight (g.)	Species	NH_2N mg. per 100g. 24hr	Urea-N mg. per 100g. hr	O_2cc./L. Begining	O_2cc./L. End	Days Starved	Water temp. (°C.)
1	36.8	Carp	6.3	7.6	4.95	0.80	3	6–7
2	47.1	Carp	5.6	18.9	4.11	0.77	3	6–7
3	38.0	Carp	3.6	3.3	8.60	0.57	4	6–8

Table 3. Results of 34 hour experiment on fish in normal condition. (with food and sufficient O_2)

Sample no.	Body weight (g.)	Species	NH_3-N mg. per 110g. 24hr	Urea N mg. per 100g. 24hr	O_2cc./L Begining	O_2cc./L End	Water temp. (°C.)
1	9.5	Goldfish	31.5	Trace	—	—	25
2	22.5	Carp	10.9	2.5	6.06	4.44	16-25
3	29.8	Carp	19.4	Trace	6.32	2.38	16-25

Table 3. Results of 24 hour experiment on fed fish in water defficient in O_2-content.

Sample no.	Body weight (g.)	Species	NH_3-N mg. per 100g. 24hr	Urea-N mg. per 100g. 24hr	O_2cc./L Begining	O_2cc./L End	Water temp. (°C.)
1	28.0	Goldfish	6.8	2.8	6.72	0.89	16–20
2	26.8	Goldfish	5.2	20.1	7.36	0.95	16–20
3	31.2	Carp	9.3	3.9	7.36	0.74	16–20

Table 5. Time-variation of the Urea added to culture water.

Time (hr.)	Culture-Water: NH_3-N N/200 $Na_2S_2O_3$ cc.	Culture-Water: Urea-N N/200 $Na_2S_2O_3$ cc.	Sterilized culture-water: NH_3-N N/200 $Na_2S_2O_3$ cc.	Sterilized culture-water: Urea-N N/200 $Na_2S_2O_3$ cc.
0	4.95	0.51	4.95	0.51
6	4.99	0.52	4.94	0.52
24	4.96	0.51	4.98	0.54

を測定し，Table 5 に示す如き結果を得た。即ち飼育水に添加した Urea は 24 時間後に於ても変化しない。

以上の実験結果から次の傾向が結論される。

i） コイ，キンギョの正常な条件での含窒素排泄物は主として NH_3-N であり，Urea は微量である。

ii） 絶食が長期にわたると Urea-N の排泄量が多くなる，此の場合でも NH_3-N の量は正常の場合と大差ない。

iii） 酸素欠乏の場合は Urea-N の排泄量が多くなり NH_3-N の排泄量は少なくなる。

終りに臨み有益な御助言を給つた，所長花岡資博士並びに右田正男博士に深甚なる謝意を表する。

文　献

1) H.W. Smith: *J. Biol. Chem.*, **81**, 727 (1929).
3) A. Grollman: *J. Biol., Chem.*, **81**, 267 (1929).
3) R.F. Pitts: *J. Coll. and Comp. physiol.*, **4**, 339 (1934).
4) A.L. Grafflin: *Biol. Bull.*, **6**, 9 (1935).
5) 花岡，古川，小笠原: 本誌.，**14**，319 (1948).
6) 古川，小笠原: 本誌.，**17**，255 (1952).
7) 古川，小笠原: 内水研報告.，No. 5. (1954).
8) 古川，小笠原，橋口: 内水研報告.，No. 5 (1954).
9) 右田，花岡，都築: 水試報告，No.8，99 (1937).
10) Van Slyke & Cullen: *J. Biol. Chem.*, **19**. 211 (1914).
11) W.W. Key & H.L. Sheehan: *Biochem. J.*, **28**. 1784 (1934).

水産動物の死後経過時間と Phthalein 値の変動について—I.

三宅正人・林孝市郎
(三重県立大学水産学部)

Relation between Time *Post mortem* and the Phthalein Values of Aquatic Animals

Masato MIYAKE and Koichiro HAYASHI

Authors found that the phthalein value of dead fish decreased gradually with the time, suggesting the possibility of estimating the time elapsed after the death.

The measurement of Phthalein value was proposed by HATTORI and AKIBA for determining the toxic strength of *Tapes philippinarum* and its principle consisted in the determination of maximum dilution where the red color restored when the reduced phenolphthalein-KOH solution, 30 per cent acetic acid solution and 3 per cent H_2O_2 solution were added to the aqueous extracts of muscle. Volatile basic nitrogen, pH and putrid odour as well as P-value were measured on various living fishes, molluscs and crustaceans.

1. The P-values of fishes obtained immediately after the death varied with the species ranging from
2 to 10 (Tab. 1).
2. At about 0.1 of P-value the fishes were seemed to be putrefied (Tab. 2).
3. In case of molluscs and crustaceans, initial P-values were larger than those of fishes and the rates of lowering were smaller.

従来魚介類の鮮度を判定する方法として官能的，物理的，化学的，微生物学的判定法等数多く提案せられているにも拘わらず，未だ十分にその目的を達し得るものは無い様であるが，更に鮮度のみならず死後経過時間をも知る良法があれば，食用として魚介類を利用する際は勿論，各方面にわたる学問研究上に於てもその貢献する所大なるものがあると思われる。著者等は水産物の食中毒に関する研究中，偶々アサリ貝の毒力を化学的に判定するのに使用される phthalein 値 (P-値) が水産動物の死後経過時間と共に変動し，これ等の間に以下報告する如き，相関関係がある事を認めたのであるが，P-反応とは peroxidase 作用力測定法と全く同一の方法であつて，此の値の変動は死後に於ける酵素作用力の変化に関聯性がある事を示すものと考えられ，興味ある次第である。

実験の部

実験方法

A) **試料**：使用した魚介類は 1953 年 11 月より 1954 年 11 月迄に三重県津市魚市場に水揚げせられた新鮮なもの，三重県尾鷲市県水産試験場尾鷲分場の定置網にて漁獲せられた活魚，及び淡水産のものとしてフナ，コイ，シジミ等の生きたものを津市近郊より購入した。

B) **P-値**：アサリ貝毒検査指針[1]，服部，秋葉両氏の報文[2]に依り以下の如く行つた。

i) **試料の調整法** 活魚を空中に放置し，殆くど動かざる状態となつたものを死後 0 時間とし（魚市場より購入し，既に死亡しているものは実験開始時を 0 時間とする）魚体背側部より 1 片の精肉を切除して秤量しこれを乳鉢にて 10 分間少量の蒸溜水を加えて磨砕し，更に 10 %溶液となる様に蒸溜水を加え，濾紙にて濾過後更に適宜に稀釈して測定に供す。

1955 年 1 月 21 日受理

ii） **試薬** ◉ phenolphthalein 試薬　phenolphthalein 2g を水 100cc. に溶解し，KOH 20g 亜鉛末 10g を加え，加熱脱色の後蒸発した水を補つて原容とし，亜鉛末を加えて密栓し，着色瓶に貯える。

◉ 30 %醋酸溶液　◉ 3 % H_2O_2 溶液

iii） **反応の実施**，適宜に稀釈した供試液 10cc. を試験管にとり，これに phenolphthalein 試薬 5 滴，30 %醋酸溶液 2 滴，3 % H_2O_2 溶液 3 滴を順次加え，15～25°C ならば 10 分，25°C 以上ならば冷却するか又は 5 分後に赤色発現の有無を肉眼的に検査する。

iv） **P-値の決定**　反応の実施に於て発色した最大稀釈度の 100 分比を 1000 倍した値を P 値とする。此の実験では P-値測定を目的として製作せられた携帯用測定用具一式を使用して実施した。

C） **揮発性塩基窒素**：通気法により行う。

D） pH：東洋濾紙 pH 試験紙を使用す。

E） **腐敗臭**：官能的検査による。

実験結果及び考察

I．各種魚類の死直後の P-値

死直後の P-値が各種魚類でどの様な値を有しているかは，死後経過時間の測定には基本となるものであるから，活魚を使用して測定した。魚類が未だ生存している場合には，これより精肉のみを採取しようとしても多くの場合出血に依り精肉に血液が附着し，その為に精肉のみの場合よりも P-値はかなり低下する。然しもはや魚類が動かない状態になつたものより採取すれば，出血に依る血液を附着せしめる事なく，精肉を得る事が出来る。その結果は第 1 表の如くである。これによれば，

Table 1. P-values of various fishes immediately after the death.

Name of fish	Scientific name	P-value	
		Immediately after death	3 hr. after death*
Mafuna	*Cyprinus auratus*	2.0	0.5
Umitanago	*Ditrema temmincki*	3.0	1.5
Hakofugu	*Ostracion immaculatum*	3.5	0.5
Utsubo	*Gymnothorax kidako*	3.5	0.3
Itohikiaji	*Alectis ciliaris*	4.0	0.7
Nenbutsudai	*Apogon semilineatus*	4.0	0.6
Kasago	*Sebastiscus marmoratus*	4.0	0.5
Akahata	*Epinephelus tsirimenara*	4.0	0.4
Shosaifugu	*Sphaeroides vermicularis*	4.5	0.6
Koaji	*Trachurus japonicus*	5.0	0.8
Daishousagi	*Gerres japonicus*	5.0	0.5
Ayu	*Plecoglossus altivelis*	10.0	1.0
Shibireehi	*Narke japonicus*	10.0	0.8

* Room temp., about 30°C.

(1) 何れも P-値が 10～2.0 の範囲にあり，魚種によりその値は異なる。(2) 3 時間後には既に P-値は低下し，魚種により異なるが死直後の値の $^1/_{10}$～$^1/_{15}$ の値を示す事が分る。赤身の魚類は活魚を入手し得なかつたので実験する事が出来なかつたが，新鮮なサバ，ムロアジ等の値より判断すれば，第 1 表に挙げた値に近いものと想像せられる。

II．魚類の死後経過時間による P-値の変動と他の鮮度判定法との比較

材料に活魚としてコイ，メバルを入手し，他は新鮮な（既に死亡）サバ，ムロアジ，クロダイ，チダイを使用し，これ等を 25°C に保蔵し，経過時間に従い P-値，揮発性塩基窒素，pH，腐敗臭を測定した結果は第 2 表の如くである。

これに依れば (1)実験に供した魚肉は何れも P-値がかなり急速に低下し，その変動範囲はかなり大きい。即ち死後魚肉は peroxidase 作用力が非常に大となる。(2)魚種により P-値の低下割合は多少異なる。即ちコヒ，メバルでは 24 時間にて小数以下 3 位となり，その他は 2 位迄低下し，而も 3 時間毎の P-値低下は不規則である。(3) P-値が大体 0.1 附近になれば，初期腐敗の時期と云える。即ち 9 時間にて最初の P-値の $^1/_{10}$～$^1/_{30}$ に値が減少する事，peroxidase 作用力としては 10～30 倍となつている事は，興味ある事実であ

Table 2. *Post mortem* change in P-value of fish.

Hr.	Muroaji +				Kurodai +				Chidai +			
	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.
0	1.25	32.86	5.8	−	10.0	21.03	6.0	−	10.0	19.47	6.2	−
3	0.75		5.8	−	2.5		6.0	−	2.5		6.2	−
6	0.25	37.73	5.9	−	0.5	37.73	6.0	−	0.5	31.64	6.3	−
9	0.125		5.9	−	0.25		6.1	−	0.25		6.3	−
12	0.075	38.33	6.2	±	0.125	41.38	6.1	±	0.125	40.16	6.4	±
15	0.05		6.2	+	0.10		6.1	+	0.10		6.4	+
18	0.015	38.94	6.2	++	0.05	73.63	6.2	++	0.05	82.76	6.5	++
21	0.014		6.3	++	0.04		6.2	++	0.04		6.5	++
24	0.013	42.59	6.4	++	0.03	90.06	6.2	++	0.04	108.99	6.5	++

Hr.	Koi *				Mebaru *				Saba +			
	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.
0	4.5	22.31	6.2	−	4.5	18.0	7.2	−	1.0	28.60	5.8	−
3	1.0		6.2	−	0.5		7.0	−	0.75		5.9	−
6	0.25	23.35	6.3	−	0.2	18.4	7.0	−	0.25	35.29	6.0	−
9	0.18		6.3	−	0.15		6.8	−	0.125		6.0	−
12	0.06	30.05	6.4	±	0.05	22.4	6.7	±	0.075	43.75	6.1	±
15	0.03		6.4	+	0.004		6.7	+	0.05		6.1	+
18	0.02	35.00	6.4	++	0.002	53.5	6.8	++	0.025	54.35	6.2	++
21	0.008		6.4	++	0.0018		7.0	++	0.020		6.2	++
24	0.004	39.20	6.4	++	0.0010	—	7.0	++	0.013	54.90	6.2	++

Muroaji : *Sparus macrocephalus*
Kurodai : *Decapterus muroadsi*
Saba : *Scomber japonicus*
Chidai : *Evynnis japonicus*
Koi : *Cyprinus carpio*
Mebaru : *Sebastes inermis*

Hr. : hour
V. B. N. : volatile basic nitrogen mg %
P. O. : putrid odour
* : living fish
\+ : dead fish in fresh condition
Incubated temp., 25° C

る。(4)同一魚種に就き，数回実験を繰返して見ると，大体同じ様な P-値 の変動をなすので，P-値 と死後経過時間との関係を求めて置けば，同一魚種の場合にはそれを利用して死後経過時間が判定し得られる。但し死後の環境等により違う事は考えられるので，常態の場合に相当する死後経過時間を示すことになる。

III. 甲殻類，軟体類の死後経過時間による P-値 の変動と他の鮮度判定法との比較

魚類以外の水産物に対しては P-値 が如何なる変化をなすかを明かにするために，ガザミ，クルマエビ，マダコ，マガキ，シジミを試料とし，何れも活きた状態のものを 25° C に保蔵して実験を開始した。マガキとシジミとは剝身としたもの数個を集め，細挫してこれより一定量を 3 時間毎に取り出し測定した。その結果は第 3 表の如くである。

Table 3. *Post mortem* changes in P-values of molluscs and crustaceans.

Hr.	Gazami				Kurumaebi				Shijimi			
	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.
0	800		6.8	−	2500	19.0	6.4	−	25	12.8	6.8	−
3	450		7.0	−	1000		6.8	−	12		6.8	−
6	300	34.4	6.6	±	900	23.8	7.0	−	8.0	22.4	6.6	−
9	50		6.6	+	800		7.0	±	3.0		6.4	±
12	30	120.0	6.6	+	700		7.0	+	1.5	32.2	6.4	+
15	25		7.0	++	600		7.0	+	1.2		6.4	+
18	23		7.2	++	600		7.1	+	1.0	39.2	6.2	+
21	21		7.2	++	600		7.2	+	0.8		6.4	++
24	15		7.4	++	600	191.2	7.2	++	0.5	51.8	6.6	++

	Madako				Magaki			
Hr.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.	P-value	V. B. N.	pH	P. O.
0	3000	26.1	6.0	−	120		6.4	−
3	1500		6.4	−	15		6.4	−
6	1000	32.3	6.8	−	10	25.2	6.1	−
9	1000		6.8	±	8.0		6.0	−
12	800		7.0	+	5.0	30.8	6.0	−
15	600		7.0	+	2.5		6.0	−
18	550		7.0	+	2.3		6.0	−
21	500	138.0	7.0	+	1.8		6.0	±
24	400		7.2	++	1.8		6.0	+

Gazami : *Neptunus (Neptunus) trituberculatus* temp., 25° C
Kurumaebi : *Penaeus japonicus*
Shijimi : *Corbicula leana*
Madako : *Polypus vulgaris*
Magaki : *Ostrea (Crassostrea) gigas*

これに依れば(1) P-値は魚類の場合と同じく死後漸次低下するが，最初の値は魚類のそれより高く，且低下の割合も小である。即ち魚肉に較べると peroxidase 作用力は遙かに小である。(2)経過時間による P-値の変化割合はマガキ，シジミが大でエビ，タコ，カニは何れも小である。(3)従つて初期腐敗に於ける P-値は種類により非常に異なるが，何れも死直後の値よりかなり低下している。

以上の結果により，魚介類の死後経過時間と共に P-値が漸次低下する事は明かであるが，この peroxidase 作用力を測定する P-反応は peroxidase そのものだけでなく，hemoglobin，hemin，cytochrom その他の Fe-porphyrin にも認められるので，此の P-値低下の原因を魚介類中の peroxidase のみとする事は全く不可で，上に述べた酵素以外の諸物質によつても，作用されているものと当然考えられる。又血液が精肉に混入すれば，P-値が更に低下する事は既述した通りであるが，どの様な機構により動物の死後 P-値が低下するかと云う事は，今後の研究に俟つべきである。

摘　　要

アサリ貝毒検査指針に基き，魚介類の P-値を死後経過時間に従い，測定し次の事実を確めた。

（1） 死直後の魚肉の P-値は 10～2.0 の範囲にあり，魚種によりその値は異なる。

（2） 魚介類は死後漸次 P-値が低下し，魚種により低下割合は異なるが，魚類では大体 0.1 附近にて初期腐敗に達する。

（3） 同一魚種に就き，予め死後経過時間と P-値との関係を求めて置けば，相当死後経過時間を判定し得る。

（4） 甲殼類，軟体類は魚類に比較すると，初期 P-値は大で，低下割合も少く種類によりかなりの差がある。

本実験実施に当り，有益な御助言を与えられた本学医学部寺田安一教授，試料の活魚入手に御援助下さつた三重県水産試験場尾鷲分場，魚介類の種名検索に就いて助言された本学鈴木清助手に深謝の意を表する。

文　　献

1) 厚生省編纂： 衛生検査指針アサリ毒検査指針。

2) 服部安蔵，秋葉朝一郎： 薬学雑誌，72，4，572-577 (1952).

水産動物肉に関する研究—XXIII. 血合肉のエキス窒素について（その1）

遠藤金次・清水　亘
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Muscle of Aquatic Animals—XXIII. Distribution of Extractive Nitrogens in Bloody Muscle

Kinji ENDO and Wataru SIMIDU

A few substances and extractive nitrogens in bloody muscle were compared with those in ordinary muscle of a few kinds of red muscle fish. The reults are as follows :

1) The moisture, total nitrogen and trimethylamine oxide nitrogen are less in amount in bloody muscle.

2) Nitrogens of extractive, diamino fraction and arginine-histidine fraction are less in amount in bloody muscle. The difference of these nitrogens between bloody muscle and ordinary muscle is considered to be due to the poorer amount of histidine in bloody muscle.

3) The monoamino nitrogen has been found to be larger in amount in bloody muscle. But the content of the monoamino nitrogen seems, according to the author's sprevious experiments, to relate inversely to the taste of red-muscle fishes.

血合肉は一般に普通肉に比べて食味が劣り，特に赤身魚類のそれは非常に不味である。それは一つには腥臭が影響するのであろうが，またエキス中の呈味成分にも差があるかも知れない。

血合肉のエキス成分については奥田[1]がカツオから数種の成分を検出しているが，その数量的関係は詳らかでない。私等は数種の赤身魚類の血合肉エキスを 66% アルコールで抽出し，その窒素分布を調べ，普通肉と比較した。

試料の出所は Table 1 の通りである。血合肉の普通肉に対する割合はサバについては富士川，永沼[2]に一致するが，ブリについては氏等の結果より少い。

Table 1. The history of the materials used in the present experiments.

Species	Date of catch	Locality	Weight g.	Rate of bloody muscle %
Blue fish	Sep. 1	Maizuru	360	10.9
Mackerel	Sep. 9	〃	359	17.1
Bonito	Sep. 16	〃	1,420	18.9

I. 普通成分

普通成分については奥田[1]がカツオ及びソウダカツオについて，富士川，永沼[2]がイワシについて調査して居り，それらをまとめると血合肉に比べて脂肪，鉄及び硫黄に富み，全窒素及び蛋白窒素に乏しい。

私等の分析結果は Table 2 の通りである。この結果によれば水分は普通肉に多く，全窒素は前記諸氏の結果と同じく一般に血合肉に少い。トリメチルアミンーオキサイドは普通肉に多い。

II. エキス窒素

血合肉及び普通肉におけるエキス窒素の分布は Table 3 の通りである。この結果によれば血合肉は普通肉よりエキス窒素が遙かに少い。そしてその差はモノアミノ区窒素とヂアミノ区窒素との差に現われ，即ち

1955 年 1 月 17 日受理

Table 2. The general composition of bloody and ordinary muscles.

Composition	Blue-fish		Mackerel		Bonito	
	Ordinary	Bloody	Ordinary	Bloody	Ordinary	Bloody
Moisture (%)	76.80	75.27	69.70	65.40	74.1	70.6
Volatile base nitrogen (mg %)	16.0	15.5	16.4	16.7	16.8	16.0
Total nitrogen (mg %)	3,675	3,678	3,878	3,007	4,160	3,780
Trimethylamine oxide nitrogen (mg %)	74.0	53.8	63.7	53.7	69.8	35.8

血合肉はヂアミノ区窒素が非常に少い。更にその差はアルギニンーヒスチヂン区窒素の差に一致している。要するに血合肉のエキス窒素が少いのは結局アルギニンーヒスチヂン区窒素がそれだけ少いということである。

この区窒素の大部分がヒスチヂンであるということは，一般にこれらの赤身魚類のエキス中にはヒスチヂンが極めて多いという事実から推定される[3]。奥田[1]はカツオ肉エキスからむしろ血合肉の方に多量のヒスチヂンを抽出しているが，これは定量値でないから引用するのは無理かも知れない。

ヒスチヂンは赤身魚類の食味に密接な関連をもつらしいことを清水等[4]はさきに推定したが，血合肉が普通肉に比べて食味が劣る一つの原因はヒスチヂンの含量によるものと思われる。勿論赤身魚類の血合肉は特に腥臭が強いから，それが食味に影響を及ぼすことは明かであるが，その他に呈味成分がこれに関係することも認めねばなるまい。富士川，永沼によれば（Table 3 参照）蛋白中には普通肉よりも血合肉にヒスチヂン含量が非常に多い。このように蛋白中にヒスチヂン含量が非常に多いに拘らず，エキス中では逆になつていることは注目すべきである。その他の区における窒素の差の大きいのはモノアミノ窒素であるが，この窒素は反対に血合肉に遙かに多い。この窒素も食味に関連をもつかも知れないが，清水[5]が報告しているように，マグロ肉は季節によつて食味が非常に異り，不味な夏においてモノアミノ区窒素が増加し，美味な冬においてはこれが少くなり，ヂアミノ窒素が増すという事実から見て，モノアミノ窒素は赤身魚類の食味と却つて逆の関連をもつもののようである。

Table 3. The distribution of nitrogens in bloody and ordinary muscle

Nitrogen of	Blue-fish		Mackerel		Bonito	
	Ordinary	Bloody	Ordinary	Bloody	Ordinary	Bloody
Extractive	**544**	**429**	**512**	**391**	**652**	**386**
Amino (5 min.)	143	176	232	214	243	220
〃 (30 min.)	179	204	258	241	277	242
Monoamino fraction	195	190	189	175	196	180
Monoamino (5 min.)	**26**	**76**	**29**	**67**	**40**	**89**
〃 (30 min.)	39	84	40	79	47	104
Diamino fraction	**251**	**128**	**243**	**114**	**363**	**88**
Diamino (5 min.)	50	25	68	24	106	29
〃 (30 min.)	68	34	80	31	119	36
Purine fraction	19	28	26	20	5	5
Arginine-Histidine fraction	**186**	**48**	**188**	**59**	**301**	**47**
Lysine fraction	41	36	27	25	51	36
Mono humine	11	39	14	38	16	44
1 st. dihumine	74	66	62	54	66	58
2 nd. dihumine	5	10	7	4	9	3

その他の区の窒素間には血合肉と普通肉との間に大きい差異は認められない。

要　　約

血合肉と普通肉の成分を比較して次の結果を得た：

1）血合肉は水分，全窒素及びトリメチルアミンーオキサイドが少い。

2）血合肉はエキス窒素，ヂアミノ区窒素及びアルギニンーヒスチヂン区窒素が非常に少く，普通肉との差は結局ヒスチヂンに皺寄せされていることを推定した。そしてこの差が食味の差の一つの原因になるものと推論した。

3）モノアミ窒素は逆に血合肉に多いが，これは食味と逆の関係にあるものと考えた。

本報は文部省総合科学研究費による業績の一部である。

文　　献

1）奥田　譲：農学会誌，**200**，279(1919).

2）富士川澪，永沼秀哉：本誌，**5**，95 (1936).

3）清水　亘，東　与光，石川　勉：東大食糧科学研究報告，**10**，78 (1952).

4）清水　亘，黒川慶昭，池田静徳：同，**12**，40 (1953).

5）清水　亘：本誌，**15**，28 (1949).

水産廃棄物の利用に関する研究—I.
穀類・同副生物・おがくず添加による腐敗防止について（その1）

清水　亘・日引重幸・中越昭子
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Utilization of Fish-wastes—I.
On Preservation with Cereals, Their Offals and Saw-dust (1)

Wataru SIMIDU, Sigeyuki HIBIKI and Akiko NAKAGOSI

On purpose of utilizing fish-wastes to cattle fodder or fertilizer, we have tested to preserve them mixed with varioos kinds of ground cereals, their offals, and saw-dust. As the results, we have found that broken rice, wheat, corn, rice-bran and wheat-bran have more powerful antiseptic properties, while rice-hull and saw-dust are less in the ability.

We have considered that the preserving power of the latters is due to a mere physical action which reduce the percentage of moisture in the mixture, on the other hand, some chemical substances, in the formers, should be chemically served for antisepticizing in addition to the physical power.

魚体の利用される部分は 40～60 % とみられるから所謂廃棄部分は 60～40 % である。その中間とみても全漁獲物の約半分が廃棄せられるわけである。勿論そのうちの一部分は利用されているが，その量は極めて僅かで，大部分は処置に困っているのが現状である。

塩乾品，罐詰，燻製品，魚市場等の廃棄物は荒粕に製造される場合が多いが，その主体は頭と内蔵で，これは煮熟すると大部分が液化して残るところは少ない。のみならず乾燥中にハエが発生して業者以外にまで迷惑を及ぼすことになる。また大工場では自家処理を行うことができるが，中小工場のものは一定の処理場まで集荷しなければならない。

廃物処理の問題の焦点はむしろこの集荷の困難にかゝっていると言ってもよい。私等はこの中小工場から出る廃物に穀類及びその副生物，おがくず等を混ぜ合わせて水分含量を低下せしめ貯蔵性を増すと同時にまた運搬しやすいように処理する方法を考察した。

中小工場においては廃物を煮熟する手間さえも厭う故に，操作はできるだけ単純でなければならないが，この方法は単に混合するだけの手間ですむわけである。また廃物を飼料化しようと思えば，飼料に使用する穀類を利用すればよく，肥料化が目的ならばおがくず，もみがら，草炭等を選べばよい。従ってこれらの配合材料は決して無駄にならず，生産費は配合の労力だけに止まるから，この方法は単に中小工場に適するばかりでなく，大工場における廃物利用にも有利であろうと思う。

実　験　方　法

魚体廃棄物（頭・内蔵）を肉挽機（1分目）にかけ，これに粉砕して約 230 メッシュの篩を通した小麦，粉米，トウモロコシ，米糠，ふすま，もみがら及びおがくずをそれぞれ別々に混合して貯蔵し，まずその各各がどれ位混合せられた時，どの程度に腐敗が防がれるかを試験するために，貯蔵中時々一定量を取出して

1955 年1月 17 日受理

Table 1. The materials used in the present experiments.

Experiment of	Waste from	Histoly or locality of fish	Date of exp.	Moisture in waste %	Volatile base nitrogen mg %
Rice-bran	カサゴ *Sebastiscus marmoratus*	Cold storage	June 22	74.9	31.5
	メバル *Sebastodes inermis*	〃			
	ハツメ *Sebastes owstoni*	〃			
Wheat-bran	サバ Mackerel	舞鶴 (Maizuru)	July 5	73.3	49.0
Rice-hulls	サバ Mackerel	〃	July 21	73.8	63.5
	イワシ Sardine	〃			
Rice	〃	〃	〃	73.8	75.4
Wheat	トビウオ Flying fish	〃	Aug. 10	77.2	66.5
Corn	〃	〃	〃	77.8	76.4
Saw-dust	〃	〃	〃	77.3	165.8

揮発性塩基窒素を測定した。貯蔵温度は 29°~31°C，試料は約 150 g 宛三角フラスコに入れて密栓した。

実験に用いた試料は表の通りである。

実　験　結　果

実験結果は Figs. 1~7 の通りである。(図中始めの % は配合物の配合割合を示し，次の括弧の中の % は混合物の水分含量を示す。)

この結果によれば米糠，ふすま，粉末，小麦及びトウモロコシを混合したものは，僅かに 20%でもかな

Fig. 1~7 The formation of volatile base nitrogen in the fish wastes mixed with ground cereals, their offals and saw-dust.

The first figures in the notations show the percentage of mixed materials, and those in parentheses show the moisture percentage of the mixtures.

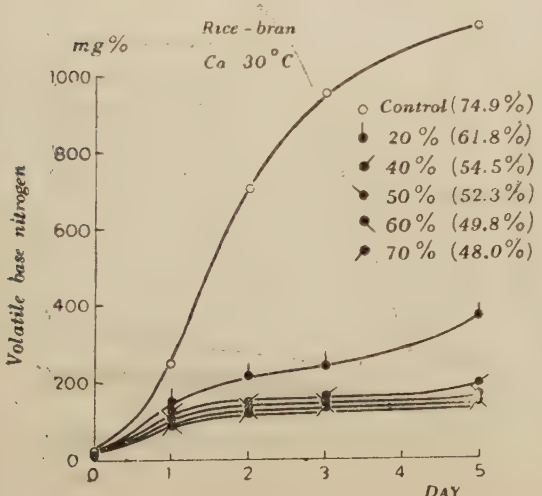


Fig. 1.

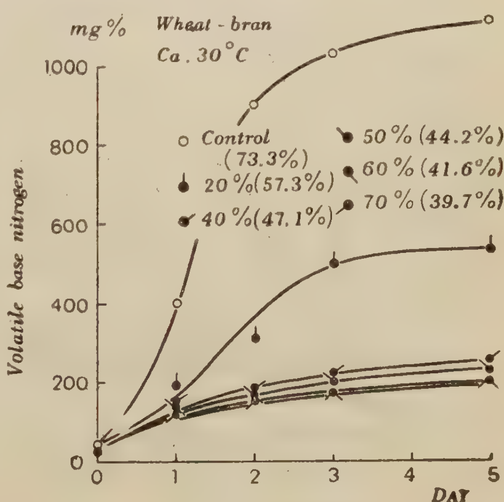


Fig. 2.

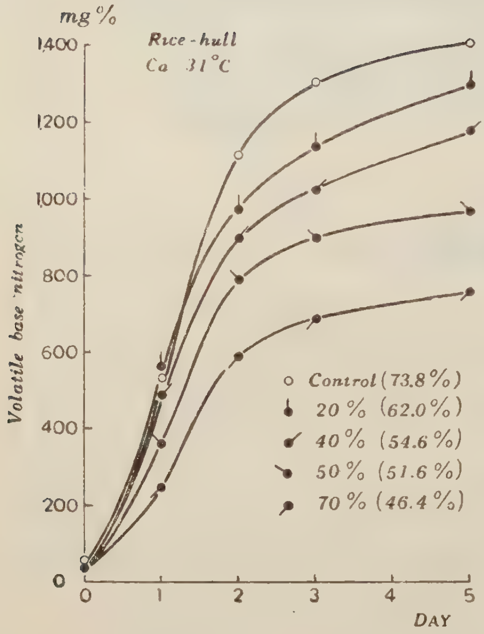


Fig. 3.

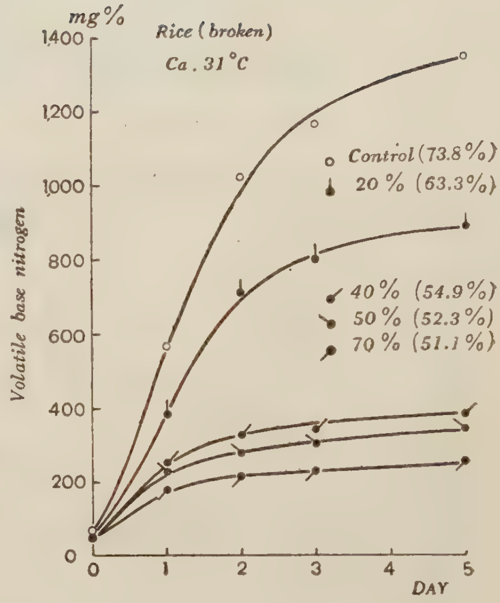


Fig. 4.

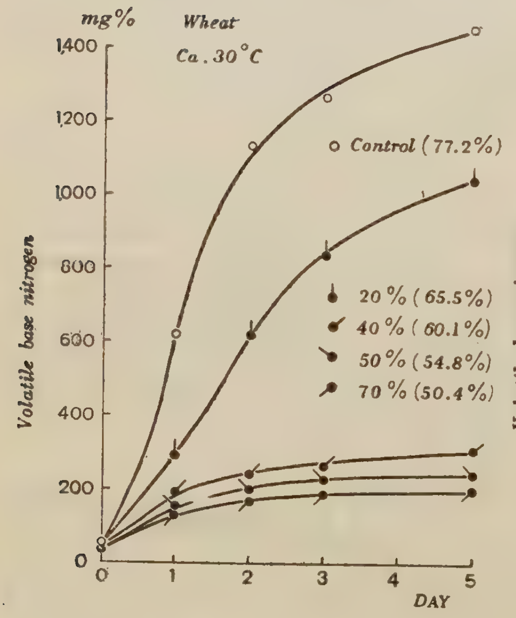


Fig. 5.

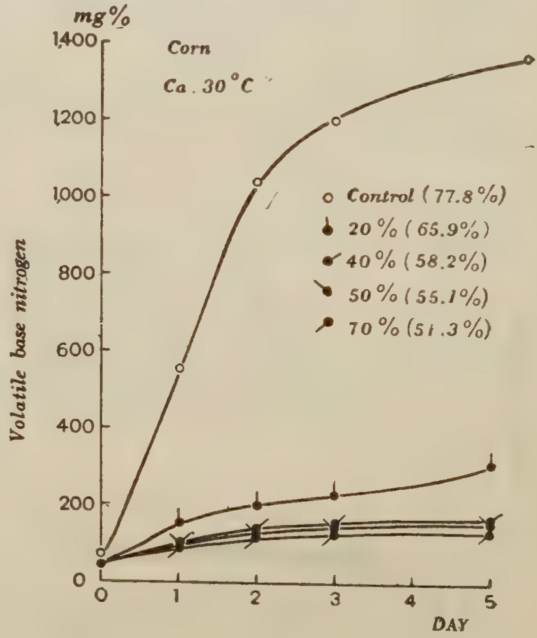


Fig. 6.

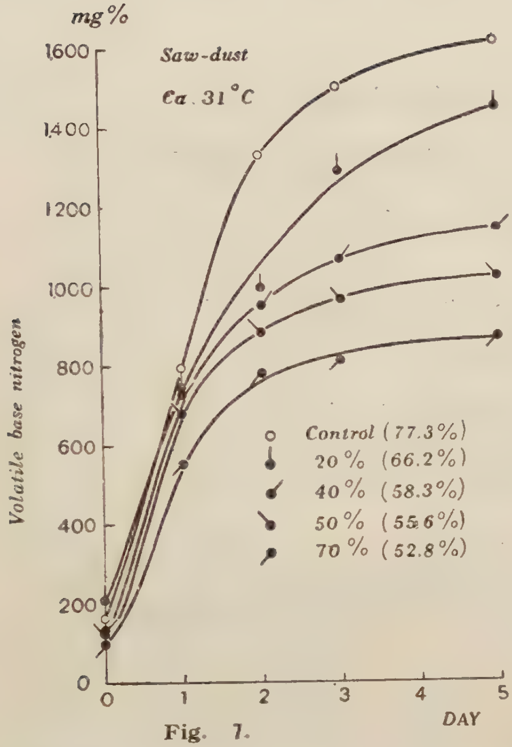


Fig. 7.

り防腐効果があり，40 % 以上では効果が顕著である。これに反しておがくず及びもみがらは 70 % でも期待したほどの効果が見られなかつた。

これらの配合物は水分含量が極めて僅かであるから（米糠及びふすま約 20 %，其の他 10～13 %），その配合によつて混合物の水分パーセントは非常に減少する（図の水分 % 参照）。従つてそのために腐敗が遅れるのは当然であり，おがくずともみがらの場合に，配合量が多いほど腐敗が遅れているのはそのためと思われる。しかしその他の配合物の場合には水分パーセントの減少は同様であるにも拘らず，それに相当する以上に防腐効果が大きい。この効果はこれら配合物を添加したために単に混合物の水分パーセントが低下したからばかりでなく，化学成分にもよるものと考えなければならぬ。即ちこの効果は水分パーセントを低下したことによる物理的作用と，配合物が有する成分による化学的作用とに負うことが知られる。

要　　約

廃棄物を飼料化又は肥料化する目的で穀類，その副生物及びおがくず等を配合した時の混合物の防腐作用を試験した：

（1） 米糠，ふすま，粉米，小麦，トウモロコシ等は非常に防腐効果があるが，おがくずともみがらは効果が徴弱であつた。

（2） おがくずともみがらの防腐力は単に水分パーセントを低下することによる物理的作用であり，その他の穀類の防腐力は，その他にそれらの化学成分が役立つものと考えられる。

（本稿は水産庁水産廃棄物の飼料化に関する研究助成金による業績の一部である。）

水産廢棄物の利用に関する研究—II. 穀類・同副生物・おがくず添加による腐敗防止について（その2）

清水 亘・日引重幸・中越昭子
（京都大学農学部水産学教室）

Studies on Utilization of Fish-wastes—II. On Preservation with Cereals, Their Offals and Saw-dust (2)

Wataru SIMIDU, Sigeyuki HIBIKI and Akiko NAKAGOSI

It was found that the pH value in fish-waste mixed with cereals and their offals which have shown intense antisepticizing power was reduced in the course of storage. If sugars are added to wast mixed with saw-dust which has shown less antisepticizing power, the pH value of their mixtures may also diminished, and increase in the antisepticizing effect may be observed, The antisepticizing effect of cereals and their offals is therefore pursumed to be due to the formation of acids from sugars in them. But as the volatile base nitrogen never increase in quantity in the waste mixed with sugars, in spite of rising of pH value in the final stage of course of storage, the antisepticizing action of sugars should not be regarded to be attributable only to lowering of the pH value,

Starch was found to have scarcely any antisepticizing effect at least in the initial course of storage, but at the presence of sugars, it seems to help their action. Cereals and their offals may correspond to the case.

魚体廃棄部分（頭・内臓）に穀類及びその副生物（米糠・ふすまの類）を混合して貯蔵すれば，防腐効果が顕著であるが，もみがら及びおがくずを混合した場合には，あまり効果がないことが前報[1]で明かにされた。勿論もみがらやおがくずを混合した場合にも，それを混合しただけ混合物の水分パーセントが低下するために幾らかの効果はあるが，それは単にそれだけの効果であつて，穀類やその副生物を混合した場合には水分パーセント低下に因る効果以上に著しい効果が現われるのである。

穀類及びその副生物中には澱粉や糖類等のように，細菌の栄養になるべき成分が含まれているが，もみがらやおがくず中にはそれらが殆ど含まれていない。細菌はそれらの栄養素を先んじて利用するために魚体廃棄物を分解する必要がないのかも知れない。或は或種の細菌がそれら炭水化物を分解して酸を生成し，他の腐敗細菌の繁殖を防止するとも考えられる。本報ではそれらの点を検討した。

実験 I. 粉米，小麦，トウモロコシ，米糠，ふすま，もみがら及びおがくずを粉砕し，(約 230 メッシュ) それぞれ別々に肉挽（1分目）せるカナガシラ及びアンコウの頭及び内臓に混和して約 30°C に貯蔵し，時々その一部について揮発性塩基窒素及び pH を測定した。前報で，防腐効果をもつ種類は 40 %の混合で効果が顕著に現われ，それ以上添加しても効果があまり増加しないことがわかつたので，混合割合を凡て 40 %とした。

結果は Figs. 1~2 の通りである。この結果は前報と殆ど同様で，もみがら及びおがくずの防腐効果は揮発性塩基窒素の発生量から見て極めて小さく，それらが対照よりやや効果があるのは，それらの混合によつて混合物の水分パーセントが下つたことに因るのであろう。その他の穀類及びその副生物は何れも顕著な効果があり，そして何れも効果が殆ど等しい。

1955 年 1 月 17 日受理

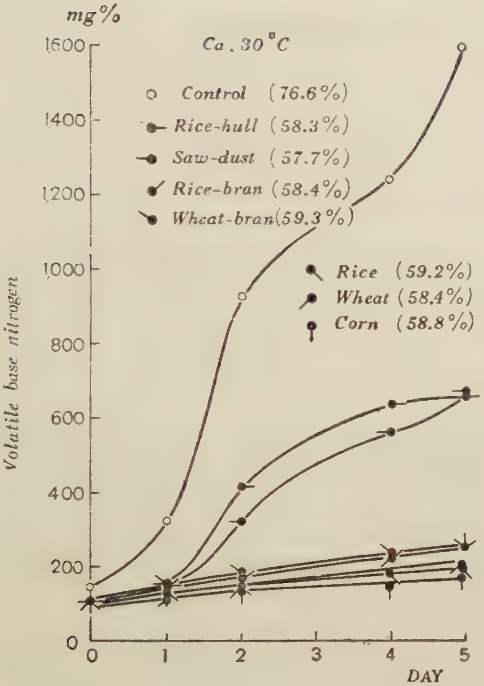


Fig. 1. The formation of volatile base nitrogen in the same kinds of fish waste mixed with 40 % of ground cereals, their offals and saw-dust respectively.

The figures in the parentheses show the moisture percentage of the mixtures.

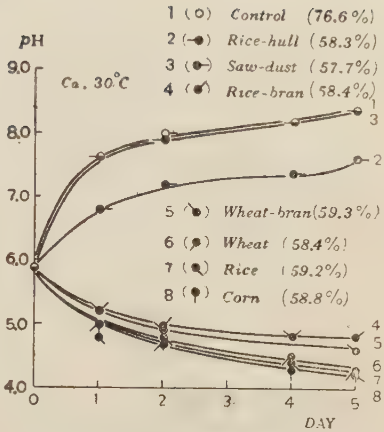


Fig. 2. The variation of pH in the same experiment as in Fig. 1.

混合物の pH の変化もこれと併行し，効果の小さいものは対照と共に漸次アルカリ性を増し，効果の大きい群は何れも次第に酸性に傾いている。これから知られるように防腐効果は一つには混合物が酸性になるためであると考えられる。

実験 II. 混合物が酸性になる原因は，配合物中の炭水化物の存在によると考えられるので，おがくずに砂糖，葡萄糖及び澱粉をそれぞれ単独に，或は種々組み合わせて混和し，トビウオ及びサバの廃棄物に合計 40 %添加して，約 29°C（28°～30°）に貯蔵し，揮発性塩基窒素及び pH の変化を調べた。配合割合は表の通りである。

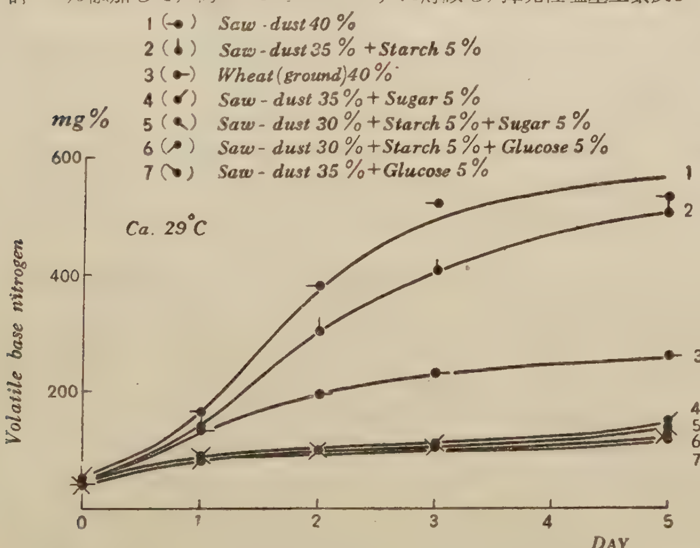


Fig. 3. The formation of volatile base nitrogen in fish waste mixed with cane sugar, glucose or starch in addition to saw-dust.

As the controls, the 40 % of ground wheat or saw-dust only were mixed.

結果を Figs. 3～4 に示す。この結果に見るように，砂糖及び葡萄糖を添加せるものは腐敗が著しく遅れ，同時に pH が急激に下っている。即ち糖類の存在が腐敗防止に非常に役立つことが看取される。pH は数日後に再び急激に上昇しているが，これは糖類が消費され，生成した酸も更に分解或は中和されたためであろう。

おがくずのみを混合したものは防腐力が弱く，これは既にしばしば見られたところである。澱粉の防腐力も同じく炭水化物でありながら，低分子の糖類に比べて遙かに微弱である。しかし pH の変化が数日後に下り始めている点からみて，猶予期間をおけば分解され

The composition of fish-waste mixture used in the present experiment.

Per 100 g of fish-waste.

No.	Saw-dust %	Cane sugar %	Glucose %	Starch %	Wheat %
1	40	0	0	0	0
2	35	0	0	5	0
3	0	0	0	0	40
4	35	5	0	0	0
5	30	5	0	5	0
6	30	0	5	5	0
7	35	0	5	0	0

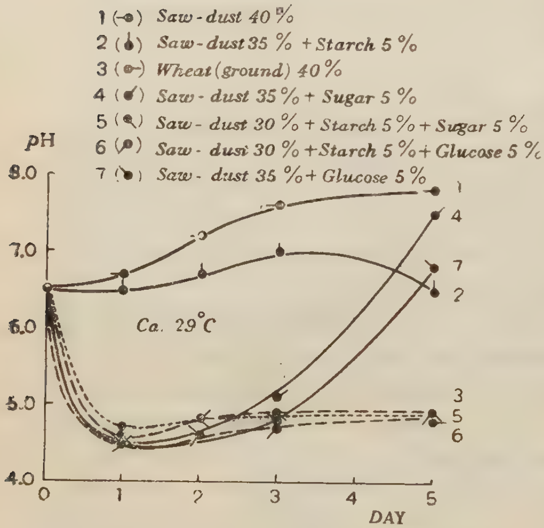


Fig. 4. The variation of pH value in the same experiment as in Fig. 3.

て蔗糖と同様の効果を現わすことが窺知される。糖類のみの場合に数日後に pH が再上昇するのに反し，之に澱粉が加わつた場合には著しい上昇が起らないのは糖類が消費されても，その頃から澱粉が糖類と同様の作用を起し，その消費を補給するためであろうと思われる。

小麦粉は丁度蔗糖と澱粉との混合物のような仂きをし，pH の変化もそれと同様の傾向を示し，また揮発性塩基窒素の発生量も少い。但し，5％の糖類及びそれに澱粉が加えられた場合よりも pH が僅かながら高く，揮発性塩基窒素の発生量もやや多いが，それは小麦に含まれる糖類の量が5％よりも少いためであろう。

考　　察

もみがらやおがくずの防腐効果は，極めて微弱である。それは混合物の水分を低下させ，そのために腐敗を多少遅らせるに過ぎないのであろう。前報で見られたように，混合量が少なければ効果が薄く，量を増してもそれに応じて僅かずつ効果が現われるが，極めて多量でも著しい効果が挙がらないことからも察知される。従つて単なる混合物による水分低下や乾燥だけでは廃棄物の貯蔵は困難である。ところが，これに少量の糖類を添加すれば極めて顕著な効果が現われるのである。

糖類を添加すれば，それが酸に変化することは pH の低下から窺知される。そのために腐敗細菌の繁殖又は活動が阻害されるものと思われる。しかしまた一度下降した pH は数日後再び上昇し，遂には対照（おがくずのみ添加したもの）に近ずくが，塩基の発生は殆ど上昇しないことから察すると，生成した酸が分解されるのであろう。そして細菌はそのエネルギーを利用し，廃棄物実質を分解する必要がないから，その分解が抑制されるとも考えられる。少くともある時期において（例えば廃棄物実質の分解が始まるまでの間は）塩基の発生を阻止することに貢献するかも知れない。何れにしても糖類の存在は防腐の効果が大きい。

澱粉はそれ自身防腐効果は（おがくずよりはましだが）小さい。しかし後期には（多分糖へ分解されて），pH の低下を起し，糖の消費を補い，或はその作用を代行するようになる。従つて澱粉はそれ自身では（少くとも初期には）防腐力を殆どもたないが，少量の糖の共存においては糖の代用になり，或はむしろそれより有効であるかも知れない。穀類及びその副生物の効果は丁度それに該当するものと思われる。

要　　約

（1） 穀類及びその副生物を魚類廃棄物に配合すると防腐効果が現われるが，それと同時に混合物の pH が急激に低下する。

（2） おがくずは防腐効果が殆どないが，これに小量の糖類を添加すると効果が現われ，混合物の pH が同時に低下する。

（3） 従つて糖類の防腐効果は，酸の生成に因ると考えられるが，しかし糖が消費されつくすと pH が上昇するのに，それに伴つて塩基が増加しないので，その防腐効果は酸のみによるのではないかも知れない。

（4） 澱粉はそれ自身防腐効果が小さいが，糖との共存において糖の効果を助ける。穀類及びその副生物の効果は丁度それに似ている。

昭和三十年六月二十日　印　刷
昭和三十年六月二十五日　発　行

第二十一巻　第二号

本号定価110円（送料別）

編集兼発行者　右　田　正　男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発行所　日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座　東京　59529番

印刷者　加　藤　松　次

印刷所　株式会社 東海書房

発売所　株式会社 東海書房
東京都中野区江古田3の1223
電話 中野 (38) 4101